



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI – UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

**RIGHT STEP: SERIOUS GAME DE REALIDADE AUMENTADA PARA
REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM HEMIPLEGIA**

Juliano Link

Lajeado, Junho de 2018

Juliano Link

RIGHT STEP: SERIOUS GAME DE REALIDADE AUMENTADA PARA REABILITAÇÃO DE PACIENTES COM HEMIPLEGIA

Projeto de pesquisa desenvolvido na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia da Computação, da Universidade do Vale do Taquari – Univates, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Me. Fabrício Pretto

Lajeado, Junho de 2018

RESUMO

O tratamento para reabilitação da hemiplegia é realizado através de várias atividades seletivas, mesmo assim muitos pacientes não se sentem instigados a executar os exercícios propostos, o que compromete a evolução do tratamento. A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia de interface avançada, que permite o usuário interagir com um sistema, sendo ela utilizada na educação, entretenimento, engenharia e na área da saúde. Dessa forma, este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta para auxiliar pacientes na reabilitação dos membros inferiores do corpo, estimulando a execução dos exercícios propostos por meio da utilização da Realidade Aumentada (RA). Foi desenvolvido um ambiente interativo, fazendo o uso de um óculos de Realidade Virtual, um celular *smartphone*, um módulo NodeMCU, um sensor ultrassônico e um acelerômetro. Este estudo envolveu dois grupos, compostos por dois idosos cada, com problemas no processo de marcha e que já estão em tratamento da hemiplegia. Um grupo fez uso da Realidade Aumentada para auxiliar e estimular na execução dos movimentos de marcha. O outro grupo recebeu o tratamento fisioterapêutico tradicional. Os dois grupos tiveram o acompanhamento de um profissional da fisioterapia. Os experimentos foram realizados na Clínica Escola da Universidade do Vale do Taquari - Univates, em sessões individuais com cada paciente, durante um período de 6 semanas. Os testes demonstraram que o uso da tecnologia pode contribuir no tratamento de pacientes com hemiplegia.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Realidade Aumentada. Hemiplegia. Reabilitação. Fisioterapia

ABSTRACT

The rehabilitation treatment of hemiplegia is performed through several selective activities, even then many patients don't feel instigated to accomplish the proposed exercises, which compromises the treatment evolution. Augmented Reality (AR) is an advanced interface technology which allows users to interact with a system and have been used for education, entrainment, engineer and health care. In this way, this present work aims to introduce a proposal to help patients treating lower body parts stimulating the proposed exercises execution using Augmented Reality (AR). An interactive environment was developed, making use of a Virtual Reality glasses, a *smartphone*, a NodeMCU module, an ultrasonic sensor and an accelerometer. This study involved two groups, each composed of two elderly individuals, with problems in the gait process and who are already undergoing hemiplegia treatment. One group made use of the Augmented Reality to aid and stimulate the running movements. The other group received traditional physiotherapeutic treatment. Both groups were followed up by a physiotherapist. The experiments were carried out at the Clinical School of the University of Vale do Taquari - Univates, in individual sessions with each patient, during a period of 6 weeks. Tests have shown that the use of the technology may contribute to the treatment of patients with hemiplegia.

Keywords: Virtual Reality. Augmented Reality. Hemiplegia. Rehabilitation. Physiotherapy

Dedico este trabalho ao meus pais,
Elias Link e Gladis Link, que
me apoiaram durante toda a Graduação.

AGRADECIMENTOS

Aos professores, Fabrício Pretto, Maria Claudete Schorr Wildner, Marcelo Malheiros, Anderson Antônio Giacomolli e a tantos outros que auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

À irmã Catia, que foi a pessoa que me levou e incentivou a cursar Engenharia da Computação.

Aos colegas Thainan Brum, Cassiano Weissheimer, Jonathan Kroth, Everton Kullmann e Jardel Kuhn, que estiveram presente durante todos esses anos de graduação.

E principalmente, à minha namorada Letícia, que me acompanhou desde o início da graduação, sendo extremamente compreensiva e companheira, auxiliando em muitas disciplinas e não me deixando desistir jamais.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Teste Timed Up and Go – TUG.....	60
Quadro 2 - Escala de Equilíbrio de Berg – EEB.....	60
Quadro 3 - Análise da área do COP na estabilometria bipodálica	61
Quadro 4 - Média do tamanho da passada em cm durante aplicação da RV	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Seis graus de liberdade dos elementos em ambientes virtuais.	20
Figura 2 – Jogo AltspaceVR.....	21
Figura 3 - Realidade Aumentada com vaso e carro virtuais sobre a mesa.	22
Figura 4 - Luva GloveOne.	24
Figura 5 - Virtuix Omni sendo utilizado para jogo de tiro.	25
Figura 6 - Óculos de Realidade Virtual e aumentada Samsung Gear VR.	26
Figura 7 - Percepção do som 3d sendo comparada ao som estéreo.	27
Figura 8 - Luva CyberTouch.....	28
Figura 9 - Maquiagem digital criada utilizando computação gráfica, projeções faciais e tecnologias de mapeamento.	29
Figura 10 - Áreas afetadas em cada uma das patologias.	32
Figura 11 - Marcha normal.	33
Figura 12 - Marcha hemiplégica.	34
Figura 13 - Versão final do jogo para pacientes hemiplégicos	36
Figura 14 - Pacientes testando o game Motion Rehab	37
Figura 15 - Fases do game Motion Rehab	37
Figura 16 - Clínica Escola de fisioterapia Universidade Univates	40
Figura 17 - VRBox.....	44
Figura 18 - Módulo WiFi ESP8266 NodeMCU	45
Figura 19 - Funcionamento do sensor HC-SR04	46
Figura 20 - Sensor HC-SR04	46
Figura 21 - Sensor Giroscópio e Acelerômetro MPU-6050	47
Figura 22 - Arduino IDE com um pequeno trecho de código escrito em C++	49
Figura 23 - Conexão entre os sensores e o NodeMCU.....	52
Figura 24 - Parte interna e externa do protótipo desenvolvido	53
Figura 25 - Funcionamento da comunicação entre todos os dispositivos utilizados no trabalho.	53
Figura 26 - Visão do usuário ao experimentar o game desenvolvido.....	54
Figura 27 - Tela que fica no servidor para acompanhar o andamento da sessão de fisioterapia.	55
Figura 28 - Simulação do usuário ao utilizar o protótipo.	56
Figura 29 - Protótipo acoplado na perna do usuário.	57

Figura 30 - Clínica Escola da Univates durante uma das sessões de teste do trabalho.	58
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensional
6DOF	Degrees Of Freedom - 6 graus de liberdade
AVC	Acidente Vascular Cerebral
AVE	Acidente Vascular Encefálico
CMP	Digital Motion Processor
COEP	Comitê de Ética e Pesquisa
COFFITO	Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional
COP	Centro de Pressão
EEB	Escala de Equilibrio Berg
IDE	Integrated Development Environment
IOT	Internet of Things
PC	Paralisia Cerebral
RV	Realidade Virtual
RA	Realidade Aumentada
SDK	Software Development Kit
SUS	Sistema Único de Saude
TUG	Time Up and Go
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VSE	Stanford Virtual Surgical Environment

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Tema	14
1.1.1	Delimitação do tema	14
1.2	Problema	15
1.3	Hipóteses	15
1.4	Objetivos	15
1.4.1	Objetivo Geral	15
1.4.2	Objetivo Específico	15
1.5	Justificativa	16
1.6	Estrutura do Trabalho	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Realidade Virtual	18
2.2	Realidade Aumentada	21
2.3	Dispositivos utilizados em RV/RA	23
2.3.1	Dispositivos de entrada	24
2.3.2	Dispositivos de saída	25
2.4	Aplicações da RV/RA	29
2.5	Fisioterapia	31
2.5.1	Hemiplegia	32
3	TRABALHOS RELACIONADOS	35
4	METODOLOGIA	38
4.1	Tipo de Pesquisa	38
4.2	Quanto aos objetivos	38
4.3	Quanto a natureza da abordagem	39

4.4	Quanto aos procedimentos técnicos	39
4.5	Unidade de Análise	40
4.6	Amostra	41
4.7	Coleta de dados	41
4.8	Procedimentos éticos	42
4.9	Ferramentas utilizadas	42
4.9.1	VRBox	43
4.9.2	NodeMCU ESP8266	44
4.9.3	Sensor de Ultrassom HC-SR04	45
4.9.4	Sensor Acelerômetro e Giroscópio MPU-6050	47
4.9.5	Unity 3D	48
4.9.6	Arduino IDE	48
4.9.7	Visual Studio IDE	49
4.9.8	NetBeans IDE	49
4.9.9	Fonte de Alimentação	50
5	DESENVOLVIMENTO	51
5.2	Hardware	51
5.3	Software	54
5.4	Objetivos do jogo	55
6	ANALISES E RESULTADOS	59
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas relacionadas com a área da saúde vêm aperfeiçoando terapias e garantindo grande eficácia na reabilitação e tratamento de pacientes. Segundo Silva e Daltrário (2008), fisioterapeutas especialistas relatam que a tecnologia possui papel fundamental no aperfeiçoamento e diferenciação em tratamentos fisioterápicos, pois possibilita a análise posterior dos exercícios executados pelo paciente, fazendo com que o tratamento seja mais eficaz. Já Bastos, Luna, Sá e Zildomar (2015), dizem que o uso de jogos para auxílio na fisioterapia, é um método que vem ganhando muito espaço. Por serem focados nas principais necessidades dos pacientes, esse tipo de jogo procura auxiliar na reabilitação e instigar o usuário.

Considerada uma ciência da saúde, a fisioterapia busca prevenir e tratar distúrbios cinéticos funcionais gerados por qualquer alteração genética, doenças e traumas. Sendo assim, os profissionais fisioterapeutas com formação acadêmica superior, estão capacitados a tratar e reabilitar todo tipo de alteração relacionada ao movimento humano (COFFITO, 2017).

Segundo o site Miotec (2017), alguns aparelhos já utilizados no auxílio fisioterápico, podem ajudar na recuperação de pacientes com maior rapidez. O eletromiógrafo por exemplo, ajuda tratar músculos do corpo e da face afetados por algum tipo de problema neurológico. Dispositivos elétricos também são muito utilizados para fortalecer a musculatura. Porém, estes equipamentos não possuem a função de auxiliar nos exercícios executados pelo paciente.

A Realidade Virtual e Realidade Aumentada vêm ganhando espaço como ferramenta de apoio na fisioterapia. Algumas aplicações para tal são feitas através de jogos, fazendo o uso do Microsoft Kinect. Esse dispositivo capta os movimentos do

usuário e transmite em um televisor, fazendo com que se tenha a sensação de estar dentro do jogo. Esse tipo de tecnologia é utilizada para instigar o paciente a realizar os exercícios, tornando assim a execução menos tediosa (FERNANDES et al., 2014).

A Realidade Virtual (RV) é considerada uma interface avançada do usuário, utilizada para acesso de aplicações executadas no computador, propiciando ao usuário a visualização, movimentação e interação em tempo real, em ambientes tridimensionais. A interação do usuário com o ambiente virtual é um dos principais aspectos dessa tecnologia, fazendo com que a interface seja alterada conforme as ações do usuário (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

A Realidade Aumentada (RA) pode ser definida como o enriquecimento do mundo real com informações virtuais. Fazendo o uso de algum dispositivo tecnológico, transporta o ambiente virtual para o espaço do usuário, mantendo-o em seu ambiente físico. Portanto, não é necessária adaptação ou treinamento para o uso da mesma, pois a interação do usuário com os elementos virtuais é bastante intuitiva e natural (RIBEIRO; ZORZAL, 2011).

1.1 Tema

O tema deste trabalho está relacionado com a Realidade Aumentada na reabilitação de pacientes com Hemiplegia.

1.1.1 Delimitação do tema

O presente trabalho aborda o desenvolvimento de um protótipo de jogo para auxílio na reabilitação de pacientes com hemiplegia, onde os sensores e placas de plataformas embarcadas foram utilizados para obter os movimentos de marcha. Um celular *smartphone* foi acoplado à um óculos de RV, possibilitando o usuário interagir com o ambiente virtual. O estudo teve o foco no apoio ao processo de reabilitação, especificamente a marcha dos pacientes por meio de um ambiente virtual que estimule o paciente a cumprir determinadas tarefas.

1.2 Problema

De que forma a Realidade Virtual e Realidade Aumentada pode auxiliar no tratamento e reabilitação de pacientes com hemiplegia? Quais equipamentos utilizar? E como utilizar?

1.3 Hipóteses

O presente trabalho busca descobrir se utilizando RV/RA é possível auxiliar no processo de reabilitação de pacientes hemiplégicos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é implementar uma solução utilizando Realidade Aumentada como ferramenta de apoio no tratamento e reabilitação de pacientes com Hemiplegia.

1.4.2 Objetivo Específico

São designados como objetivos específicos:

- Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o tema RV/RA voltado para Fisioterapia
- Desenvolver um protótipo de Realidade Aumentada utilizando plataformas embarcadas, para auxiliar no tratamento de pacientes com Hemiplegia;
- Realizar sessões de avaliação com pacientes com hemiplegia;
- Avaliar e apresentar os resultados do experimento.

1.5 Justificativa

Este trabalho justifica-se pela necessidade de apoiar as áreas da saúde e aprimorar as ferramentas utilizadas, nesse caso mais precisamente a Fisioterapia, fazendo o uso de tecnologias para auxílio nos tratamentos.

Para o Acadêmico, acrescentará em conhecimentos sobre a área da Fisioterapia, principalmente no tratamento de pacientes hemiplégicos, agregará conhecimentos sobre o desenvolvimento de dispositivos móveis e principalmente Realidade Aumentada.

O estudo também poderá ser relevante para a sociedade, pois pode instigar outros pesquisadores a buscar mais informações sobre a área da Fisioterapia e como desenvolver ferramentas de apoio que fazem o uso de Realidade Aumentada.

1.6 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em sete capítulos.

O primeiro capítulo consiste em uma apresentação introdutória ao contexto do uso de ferramentas de Realidade Virtual e Realidade Aumentada na Fisioterapia. Integra também o tema, problema, hipótese, objetivos e justificativa.

O segundo capítulo compreende a revisão de literatura que incide nos conceitos e referenciais que fundamentam a formulação de uma ferramenta de Realidade Virtual e Realidade Aumentada com o uso de sensor e uma placa micro controladora, trazendo informações sobre a forma de criação do mesmo e os futuros problemas e perspectivas gerados sobre esse trabalho.

O terceiro capítulo do estudo consiste em trabalhos relacionados, onde serão citados alguns trabalhos e projetos envolvendo Realidade Virtual e Realidade Aumentada, principalmente em uso na área da saúde.

O quarto capítulo minúcia a metodologia utilizada na elaboração deste estudo, apresentando o tipo de pesquisa utilizado, a unidade de análise, amostra, coleta de dados, procedimentos éticos e ferramentas utilizadas.

O quinto capítulo trata-se do desenvolvimento, nele é apresentado a forma com que o protótipo foi desenvolvido, descrevendo como foram utilizados os equipamentos e softwares, bem como o funcionamento do mesmo.

O sexto capítulo apresenta os resultados obtidos no experimento, mostrando como foram encontrados os resultados e cada protocolo aplicado nos pacientes e como foi a experiência do uso da RA.

No sétimo capítulo são apresentadas as considerações finais quanto ao assunto abordado, os testes realizados, os resultados obtidos e melhorias a serem feitas.

Ao final são apresentadas as referências bibliográficas consultadas para a fundamentação teórica do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Surgindo na década de 60, a Realidade Virtual surge como uma nova geração de interface, não ficando limitada somente a tela do computador. Fazendo o uso de representações tridimensionais próximas a realidade do usuário, além de permitir romper a barreira da tela, possibilita interações naturais. Essa tecnologia começou a ganhar força na década de 90, quando o avanço tecnológico obteve condições para executar em tempo real a computação gráfica interativa. Nessa mesma década surgiu a Realidade Aumentada, permitindo sobrepor objetos no ambiente físico, através de algum dispositivo munido de câmera (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

Utilizada inicialmente para jogos de videogame, a RV teve uma grande evolução e nos dias atuais é utilizada em diversos segmentos, como por exemplo: na área da saúde, na educação e treinamentos.

Neste capítulo é apresentada a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada, suas aplicações, considerações e utilidades.

2.1 Realidade Virtual

Criada há muitos anos, a Realidade Virtual vem ganhando espaço nos dias atuais. O que levou esse crescimento foi o fato da tecnologia ter reduzido seu custo consideravelmente. Essa redução fez com que o acesso a ela não ficasse retido somente nas grandes empresas, que a utilizavam para vender produtos, validar protótipos e treinar funcionários (NETTO; DOS SANTOS; OLIVEIRA, 2002).

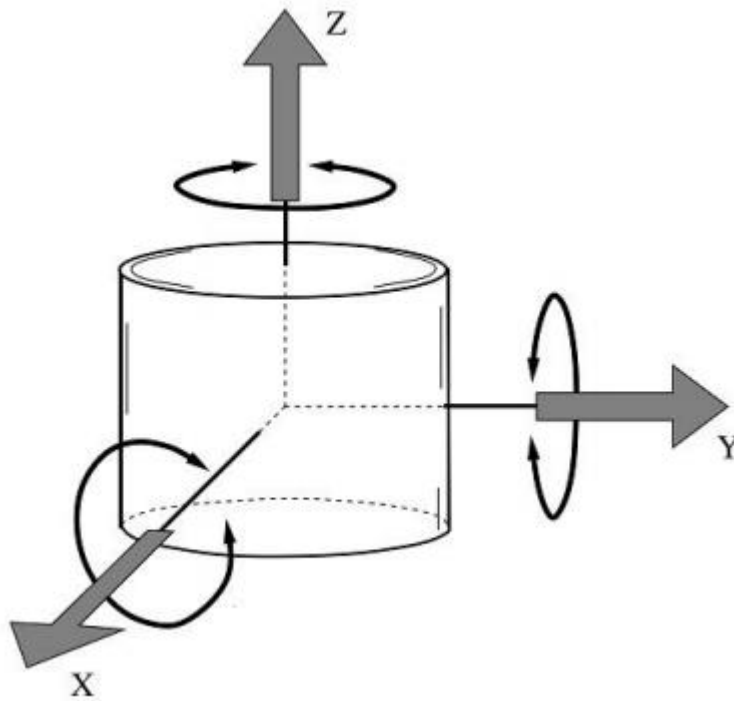
Segundo Netto, Dos Santos e Oliveira (2002), Jaron Lanier é creditado pela definição do termo Realidade Virtual, que tinha como intuito diferenciar simulações

computadorizadas das com ambiente compartilhado, que envolve vários usuários. A Realidade Virtual é definida de diversas formas, uma delas diz ser simulação de ambiente virtual, que permite a interação entre os usuários, podendo manipular, visualizar e interagir com o software. Outra definição muito utilizada é a criação de efeitos tridimensionais através do uso do computador e interface com o usuário, além de incluir técnicas e ferramentas gráficas 3D, que permitem ao usuário entrar em um mundo paralelo, gerado por computador.

Tori, Kirner e Siscoutto (2006), relatam que um dos aspectos mais importantes da interface é a interação entre o usuário com o ambiente virtual, sendo dependente da capacidade do computador em obter as informações decorrentes de ações executadas pelo usuário para assim modificar os aspectos da aplicação. O que torna um ambiente virtual muito atrativo é a possibilidade de as interações executarem alterações no cenário visualizado pelo usuário, bastante utilizada em jogos, tornando assim a interação mais atrativa, natural e com uma grande eficiência.

A criação de um mundo tridimensional permite que o usuário navegue e obtenha seis graus de liberdade (6 DOF = Degrees Of Freedom) em suas interações, sendo visível em tempo real. A Figura 1 mostra o funcionamento do 6 DOF. Para isso faz-se necessário uma grande capacidade do software e hardware utilizado. Na prática a Realidade Virtual nada mais é que um tipo de simulação do mundo real, onde o usuário existe em três dimensões e tem a sensação de interagir em tempo real com a simulação. Essa simulação é feita de forma que o indivíduo consiga tocar objetos e interagir com eles, conforme suas ações. Para conseguir esse tipo de interação, são necessários aparelhos não convencionais como controles, luvas e capacetes (NETTO; DOS SANTOS; OLIVEIRA, 2002).

Figura 1 - Seis graus de liberdade dos elementos em ambientes virtuais.



Fonte: Cardoso e Machado (2004).

Tori, Kirner e Siscoutto (2006), afirmam que uma das grandes dificuldades encontradas para o funcionamento da RV é a sensação de interação em tempo real, onde os atrasos de entrega não podem ultrapassar 100 milissegundos. Essa estimativa é utilizada tanto para visão, quanto para as reações de força, audição e tato. Para isso, o sistema depende muito dos dispositivos utilizados, hardware e software, tendo um funcionamento de renderização de no mínimo 10 quadros por segundo e 100 milissegundos de atraso no reconhecimento dos comandos executados pelo usuário. Sendo assim, deve-se ajustar os dispositivos para que funcionem com a menor renderização e reação possível.

Saber o que de fato é Realidade Virtual às vezes se torna um tanto complicado, pois muitas aplicações se assemelham ou fazem o uso da mesma, mas não podem ser consideradas como tal. Um grande exemplo são filmes e animações feitas em computador, que podem até fazer o uso da tecnologia, mas sua finalidade não a torna utilizável a ponto de ser considerada RV, onde um dos grandes fatores é a falta de navegação e interação do usuário em tempo real. Outro grande fator que leva filmes não serem Realidade Virtual é o fato de que seu maior compromisso seja com a imagem entregue, diferente da RV que tem como objetivo principal a interação, deixando a qualidade de imagem em segundo plano. Diferente dos filmes, os jogos

de videogame se aproximam bastante do mundo virtual, pois priorizam a interação do usuário e por isso são o maior exemplo da aplicação dessa tecnologia (KIRNER; SISCOUITTO, 2007).

O jogo AltspaceVR criado pela empresa AltspaceVR Inc, é um ótimo exemplo de Realidade Virtual. O objetivo do jogo é a interação entre as pessoas, sendo ele, uma plataforma social que permite que os jogadores visualizem os movimentos e expressões em tempo real, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Jogo AltspaceVR.



Fonte: AltspaceVR (2017).

2.2 Realidade Aumentada

A grande evolução da tecnologia fez com que a multimídia e a Realidade Virtual tivessem crescimento imenso nos últimos anos, proporcionando integração em tempo real entre ambientes virtuais e vídeos. Um dos fatores que impulsionou esse tipo de tecnologia foi o avanço das redes de computadores, que tiveram um aumento extremamente grande em sua capacidade de entrega de banda, permitindo assim a transferência de imagens e outros tipos de informações de forma praticamente instantânea (KIRNER; SISCOUITTO, 2007).

Segundo Tori, Kirner e Siscoutto (2006), diferente da RV que transporta o usuário para um mundo totalmente virtual, a Realidade Aumentada deixa o usuário no

seu próprio ambiente e traz o ambiente virtual para o mundo real, o que permite ao usuário ter interação muito maior, pois já conhece o que está vendo. O propósito da RA é colocar objetos, animações e qualquer tipo de coisa que se possa imaginar, para dentro da realidade vista pelo olho humano. Sendo assim, o usuário terá um tipo de experiência que o coloca dentro do seu conhecido mundo, porém com alterações de *layout*, que só serão vistas através de uma câmera.

A Realidade Aumentada foi identificada de diversas formas, sendo definida como um sistema que implementa o mundo real com objetos virtuais, como se os mesmos existissem. A conexão entre mundo virtual e mundo real é outra boa definição utilizada para a RA (TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

Tori, Kirner e Siscoutto (2006) dizem também que três aspectos importantes são envolvidos pela Realidade Aumentada: renderização de alta qualidade; interação com objetos virtuais ou reais em tempo real; calibração precisa dos objetos dentro do mundo real. Em função do uso de recursos multimídia, como som e imagem de alta qualidade, os equipamentos utilizados devem ter capacidade apropriada de processamento e transferência de dados.

Figura 3 apresenta uma aplicação da Realidade Aumentada, onde temos uma mesa com alguns materiais reais sobre ela e através da RA foram inseridos um vaso de flor e um pequeno carro virtualmente.

Figura 3 - Realidade Aumentada com vaso e carro virtuais sobre a mesa.



Fonte: Tori, Kirner e Siscoutto (2006).

Esse tipo de tecnologia pode trazer grande impacto no ensino, aprendizagem e treinamento, pois traz benefícios que somente ela pode oferecer, como por exemplo a interação com um mundo diferente, do local onde estiverem. Porém, para isso, espera-se que a tecnologia evolua e traga consigo novas formas para relacionar professores e alunos, fornecendo uma mistura entre mundo real e virtual (KIRNER; SISCOOTTO, 2007).

2.3 Dispositivos utilizados em RV/RA

Os tipos de dispositivos utilizados em RV/RA são diversos, sendo os mais comuns, óculos, capacetes, luvas, câmeras e vários tipos de sensores. Eles têm como objetivo possibilitar a interação do usuário ao fazer o uso da aplicação. Outros dispositivos pouco conhecidos, são os chamados não-convencionais, pois não são populares e geralmente têm um custo mais elevado. Esse tipo de equipamento é bastante utilizado para pesquisas e em função disso são pouco encontrados no mercado (MACHADO, 2010).

Netto, Dos Santos e Oliveira (2002) afirmam que para obter uma boa interação, a transmissão das ações do usuário deve ser transmitida pelo dispositivo em tempo real. A exibição do ambiente virtual é muito influenciada pelas ações processadas e seus parâmetros. Esses tipos de dispositivos são chamados de dispositivos de entrada, pois fazem a captura dos dados e enviam para a aplicação.

A Figura 4 mostra um tipo de luva chamada GloveOne, esse dispositivo permite enviar ao ambiente virtual os movimentos da mão do usuário e também sentir os objetos virtuais.

Figura 4 - Luva GloveOne.



Fonte: Neurodigital (2017).

2.3.1 Dispositivos de entrada

Os dispositivos de entrada são aqueles que permitem que o usuário se movimente e interaja com o mundo virtual. Para que sua utilização seja intuitiva, pode-se exigir que se vista alguns tipos de equipamentos ou vestimentas especiais (MACHADO, 2010).

Segundo Netto, Dos Santos e Oliveira (2002) os dispositivos de entrada podem ser divididos em duas categorias, são elas dispositivos de interação e dispositivos de trajetória. Os dispositivos de interação são aqueles que têm o contato com o usuário e fazem a captura de alguns movimentos, como por exemplo o mover das mãos. Esses tipos de movimentos são captados através de luvas, dispositivos de graus de liberdade e sensores de entrada biológica, sendo eles geralmente inseridos no corpo humano ou em alguns tipos de objetos. Por outro lado, os dispositivos de trajetória fazem o rastreamento do trajeto feito pelo usuário, levando sempre em consideração a diferença da posição ou orientação de um ponto determinado a outro. Para o funcionamento desse tipo de dispositivo, existe um sensor receptor de sinal, uma fonte emissora de sinal e por fim um controlador que faz o processamento e a comunicação com o computador. A grande maioria das aplicações utiliza pequenos sensores, geralmente acoplado ao corpo.

Um dispositivo inovador foi criado pela empresa Virtuix. Segundo o site Thedanse (2015), o Virtuix Omni leva a Realidade Virtual para um novo lugar, onde o usuário sente-se totalmente imerso. Esse dispositivo consiste de um Óculos de RV, uma esteira redonda, um cinto especial, um tênis e algum equipamento para ser

utilizado pelas mãos (no caso dos jogos, geralmente uma arma). A interação é muito grande, principalmente pelo uso de diversos dispositivos de entrada, que basicamente monitoram boa parte do corpo. A Figura 5 retrata o Virtuix Omni sendo utilizado para um jogo, fazendo o uso da esteira e arma como dispositivos de entrada de dados.

Figura 5 - Virtuix Omni sendo utilizado para jogo de tiro.



Fonte: Thedanse (2015).

2.3.2 Dispositivos de saída

Diferente dos dispositivos de entrada, que fazem a captura dos movimentos do usuário, os dispositivos de saída têm por objetivo fornecer as sensações físicas, que podem ser sentidas durante o uso do ambiente virtual, não dependendo da interação do usuário. Os sentidos que já são oferecidos pela tecnologia são: visão, tato e audição. Paladar e olfato já foram utilizados em algumas pesquisas, porém ainda não foram muito explorados (NETTO; DOS SANTOS; OLIVEIRA, 2002).

A visão é um dos sentidos mais utilizados pela RV/RA, onde utiliza-se dispositivos como monitores ou sistemas de projeção, que em muitos casos são combinados com óculos ou filtros, para que possa visualizar imagens com maior profundidade (MACHADO, 2010). Segundo Netto, Dos Santos e Oliveira (2002) existem dois tipos de sistemas de RV, monoscópicos que mostram uma única imagem para os dois olhos e estereoscópicos que exibem uma imagem diferente para cada olho, onde a renderização de cada uma delas é feita de forma separada.

Um tipo de dispositivo para visão bastante difundido é o chamado Óculos RV (ou óculos de Realidade Virtual), onde o mesmo é acoplado a um *smartphone*. Este emite imagens que passam pela lente dos óculos, dando assim impressão de virtualidade (SAMSUNG, 2017). A Figura 6 exibe um exemplo de óculos de Realidade Virtual e Aumentada criado pela Samsung.

Figura 6 - Óculos de Realidade Virtual e aumentada Samsung Gear VR.

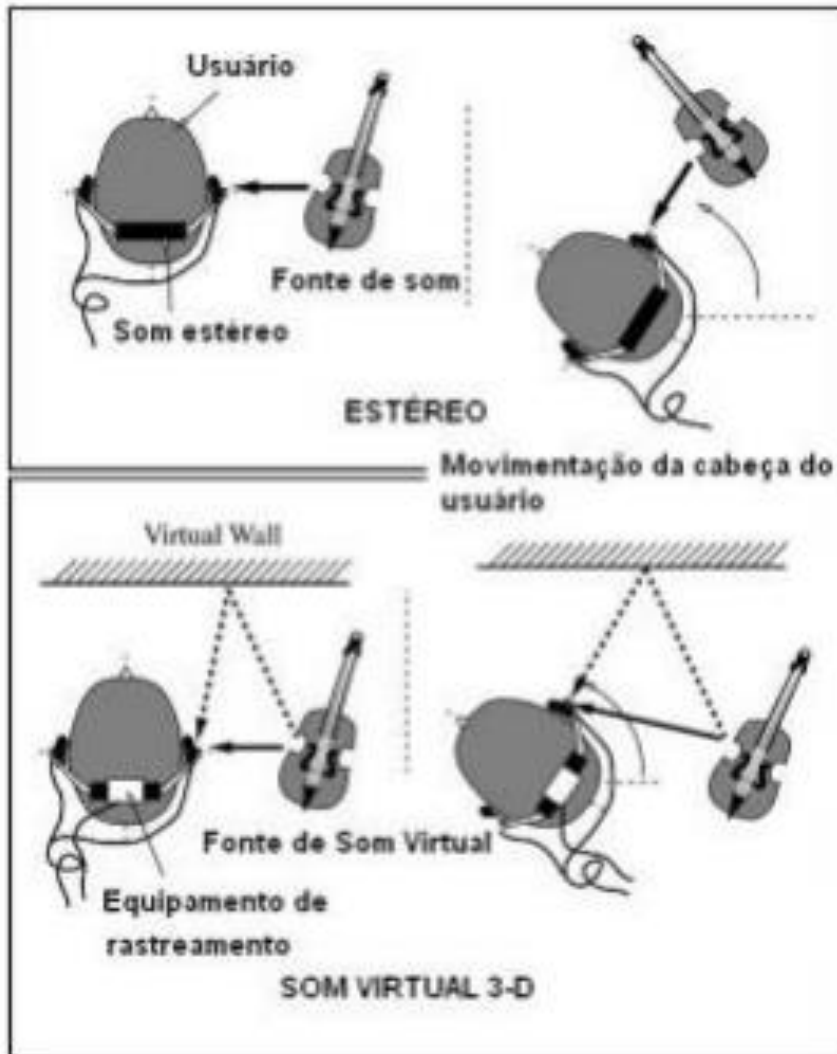


Fonte: Samsung (2017).

Os dispositivos auditivos fazem o uso da capacidade dos dois ouvidos, que conseguem fazer a captação das ondas sonoras de toda e qualquer direção. Como a função natural do cérebro é receber e processar o som a fim de descobrir o local de origem do mesmo, os sistemas de som recriam esse efeito em tempo real e conseguem fazer eletronicamente a simulação do som captado pelo ouvido humano

(NETTO; DOS SANTOS; OLIVEIRA, 2002). Na RV/RA os sons são criados com percepção espacial, sendo conhecidos como som 3D, pois variam conforme a movimentação do usuário, conforme apresenta a Figura 7.

Figura 7 - Percepção do som 3d sendo comparada ao som estéreo.



Fonte: Machado (2010).

Não menos importante que visão e audição, os dispositivos criados para o tato permite identificar temperatura, forma, texturas, elasticidade e resistência nos ambientes de RV/RA. Tem como objetivo a interação com ambiente virtual, sem que necessite enxergá-lo ou para o aumento da imersão (MACHADO, 2010). Segundo o site Ckirner (2017), a empresa Virtual Technologies produz uma luva chamado CyberTouch, que contém atuadores que vibram dentro da luva, produzindo sensação de tato na palma da mão e nas pontas dos dedos. A Figura 8 mostra o modelo de luva desenvolvido pela empresa Virtual Technologies.

Figura 8 - Luva CyberTouch.



Fonte: Cyberglovesystems (2017).

Outra tecnologia utilizada como dispositivo de saída, são as Projeções 3D. Consistem de um método que mapeia elementos tridimensionais e os utiliza na exibição em planos bidimensionais. Para isso, para projetar algo em um plano todos os elementos como profundidade, altura e volume se fazem importantes (CHA, 2017).

Segundo o site Landau (2016), as projeções 3D foram utilizadas pelo artista cientista japonês Nobumichi Asai para criar uma arte de projeções faciais. Esse experimento constitui-se de capturar a forma do rosto de um determinado indivíduo e através desses dados criar um tipo de maquiagem holográfica, que é feita em um rosto. Dessa forma, é possível criar qualquer tipo de maquiagem ou máscara que se desejar, conforme aponta a Figura 9.

Figura 9 - Maquiagem digital criada utilizando computação gráfica, projeções faciais e tecnologias de mapeamento.



Fonte: Landau (2016).

2.4 Aplicações da RV/RA

Segundo Kirner e Zorzal (2005), a tecnologia utilizada para as aplicações da RV/RA ainda não é muito difundida, porém já existem diversas pesquisas que mostram resultados positivos. O objetivo de tal tecnologia é poder desenvolver um mundo virtual, onde possa ser criado tudo que se possa imaginar. Tal ambiente virtual pode ser utilizado em diversas áreas, sendo as mais estudadas, área da saúde, da educação, desenvolvimento de jogos e até mesmo em museus.

Dremann e Weekly (2014), relatam que a área da saúde tem diversas pesquisas já em andamento e as aplicações já encontradas para tal são muitas. Hoffman (2003) desenvolveu um jogo de Realidade Virtual chamado SnowWorld, que visa o tratamento da dor para pacientes com queimaduras. Outro projeto foi desenvolvido por Rizzo e Hartholt (2005), tendo como objetivo auxiliar pacientes com stress pós-traumática. Também desenvolvido nos Estados Unidos, o projeto SUSIE foi criado para poder proporcionar a idosos e deficientes físicos, a experiência de caminhadas, passeios ou até andar de bicicleta.

Uma das grandes aplicabilidades para os ambientes virtuais e aumentados são no treinamento de estudantes, onde é possível simular procedimentos e tarefas reais que serão executadas por eles. Também se faz possível simular novas técnicas, que são diferentes das utilizadas, sem que se tenha necessidade de aparelhos físicos (NUNES et al., 2017).

Ainda na área da saúde, outro uso muito importante é na reabilitação de pacientes. Tal técnica visa recuperar movimentos de membros, bem como reabilitar a memória, a atenção e a percepção visual. Para que o usuário concentre-se ao máximo na tarefa desempenhada, é necessário que o sistema ofereça imersão, realismo visual e interação intuitiva (NUNES et al., 2017).

As aplicações da RV/RA na educação trazem diversos benefícios, já que o usuário possui o conhecimento sobre o mundo físico, a manipulação do ambiente virtual torna-se algo simples e através disso pode-se obter experiências próximas do real. Isso ocorre, pois no ambiente virtual é possível criar um mundo com representações tridimensionais, que se assemelham muito com o mundo real. Um dos grandes pontos positivos oferecidos por essa tecnologia é poder visualizar não somente a teoria, mas também experimentar a prática do conteúdo. Em função disso a utilização da mesma na educação vem se destacando nos últimos anos, por mostrar ganhos na aprendizagem computadorizada (CARDOSO et al., 2007).

Martel, Colusi e De Marchi (2015), dizem que os jogos eletrônicos também ganham espaço nesse segmento. Utilizados para a recuperação de pacientes, vários jogos foram criados, com intuito de reabilitar movimentos de seus usuários. Utilizado para a fisioterapia, os jogos vêm ganhando seu espaço, pois tornam a atividade mais intuitiva e agradável que as sessões de fisioterapia normais. Um dispositivo bastante utilizado é o Kinect da Microsoft, que captura movimentos do usuário e transmite o mesmo em forma de jogo em um televisor. Por ser simples de utilizar e entender seu funcionamento, esse aparelho está sendo utilizado até mesmo em sessões de fisioterapia para idosos. Vale salientar que todo aparelho por mais intuitivo que seja, deve sempre ser utilizado com o acompanhamento de um profissional da área da saúde, pois mesmo que o software seja muito bem feito, não existe uma forma de garantir com toda certeza que o paciente esteja fazendo os movimentos previstos para seu tratamento.

Além das áreas da saúde, dos jogos eletrônicos e educação, existe uma aplicabilidade bastante diferente, porém de grande valor, a utilização em museus. A

realidade aumentada utilizada em museus tem como objetivo fazer a identificação das obras expostas. Essa identificação é feita através de um dispositivo móvel com câmera, onde o mesmo é apontado para a obra e recebe todo tipo de informações sobre ela (BRAGA; LANDAU; CUNHA, 2011).

2.5 Fisioterapia

Segundo Barra (2010), a fisioterapia era inicialmente definida como uma ciência da saúde que fazia o uso dos recursos naturais, como, frio, calor, movimento, luz solar, eletricidade e radiações para fins terapêuticos. Atualmente, sua definição é mais abrangente, englobando não somente a reabilitação, mas qualquer relação com o movimento humano.

A definição do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional sobre a fisioterapia é dada da seguinte forma:

É uma ciência da saúde que estuda, previne e trata os distúrbios cinéticos funcionais intercorrentes em órgãos e sistemas do corpo humano, gerados por alterações genéticas, por traumas e por doenças adquiridas, na atenção básica, média complexidade e alta complexidade. Fundamenta suas ações em mecanismos terapêuticos próprios, sistematizados pelos estudos da biologia, das ciências morfológicas, das ciências fisiológicas, das patologias, da bioquímica, da biofísica, da biomecânica, da cinesia, da sinergia funcional, e da cinesia patológica de órgãos e sistemas do corpo humano e as disciplinas comportamentais e sociais (COFFITO, 2017, texto digital).

O profissional de fisioterapia busca fazer a prevenção, bem como reabilitar e tratar alterações funcionais relacionadas ao movimento do corpo humano. O objetivo principal é fazer com que o paciente possa retornar a sociedade com seus movimentos normais ou em casos mais graves, os mais normais possíveis (BARRA, 2010).

Com uma área de vasta atuação, a fisioterapia tem diversas especialidades reconhecidas pelo Coffito, são elas:

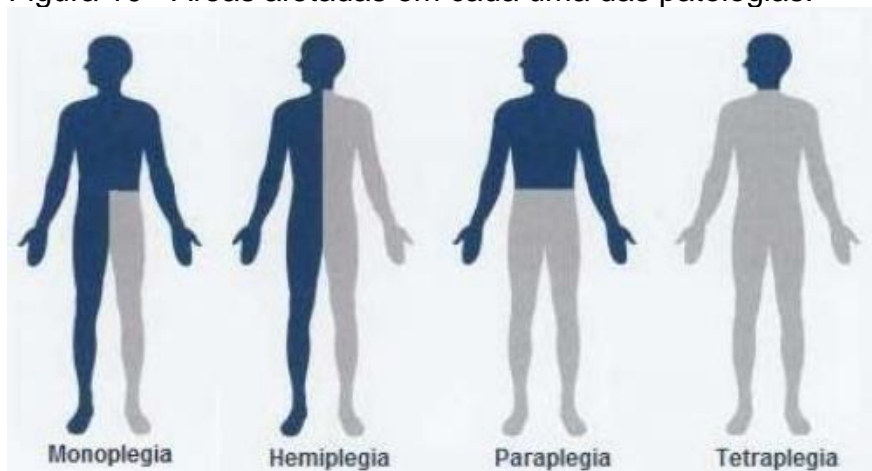
- Fisioterapia em Acupuntura - Resolução Nº 219
- Fisioterapia Aquática - Resolução Nº 443
- Fisioterapia Cardiovascular - Resolução Nº 454
- Fisioterapia Dermatofuncional - Resolução Nº 362
- Fisioterapia Esportiva - Resolução Nº 337
- Fisioterapia em Gerontologia - Resolução Nº 476
- Fisioterapia do Trabalho - Resolução Nº 465

- Fisioterapia Neurofuncional - Resolução Nº 189
- Fisioterapia em Oncologia - Resolução Nº 364
- Fisioterapia Respiratória - Resolução Nº 318
- Fisioterapia Traumato-Ortopédica - Resolução Nº 260
- Fisioterapia em Osteopatia - Resolução Nº 398
- Fisioterapia em Quiropraxia - Resolução Nº 399
- Fisioterapia em Saúde da Mulher - Resolução Nº 372
- Fisioterapia em Terapia Intensiva - Resolução Nº 402

2.5.1 Hemiplegia

Massoco, Luciono e Santos (2013), afirmam que a Hemiplegia é um tipo de patologia que leva um indivíduo a ter alterações motoras, o que causa dificuldades para executar movimentos do corpo e podem levar o mesmo a ter limitações funcionais. Além da hemiplegia, também existem outros tipos de doenças que podem causar essas alterações, como, monoplegia, paraplegia e tetraplegia. Na hemiplegia, um lado do corpo é atingido decorrente de um acidente vascular cerebral (AVC) ou paralisia cerebral (PC). Isso faz com que se tenha dificuldade em executar movimentos comuns, utilizados normalmente no dia-a-dia. Esse tipo de patologia pode ocorrer tanto em adultos, como em crianças. A Figura 10 exibe a forma com que o corpo é afetado através das 4 doenças relacionadas.

Figura 10 - Áreas afetadas em cada uma das patologias.



Fonte: Massoco, Lucionio, Santos (2013)

Davies (1996), diz que uma perda muito importante causada pela hemiplegia é na atividade seletiva dos músculos que controlam o tronco, principalmente nos que são responsáveis pela flexão, rotação e flexão lateral. Os pacientes sentem, mesmo em atividades simples, dificuldade para mover o tronco e existe uma certa incapacidade de estabilização da coluna.

Nos hemiplégicos, a marcha também é afetada. Isso se dá em função do aumento da contração muscular do membro inferior afetado. Para que o indivíduo consiga voltar a andar normalmente, é necessário que seja feito um tratamento com algum profissional da saúde e também utilizando tecnologias que auxiliam na restauração e melhora do andar (MASSOCO; LUCIONIO; SANTOS, 2013). A Figura 11 indica como é o processo a marcha para um indivíduo comum.

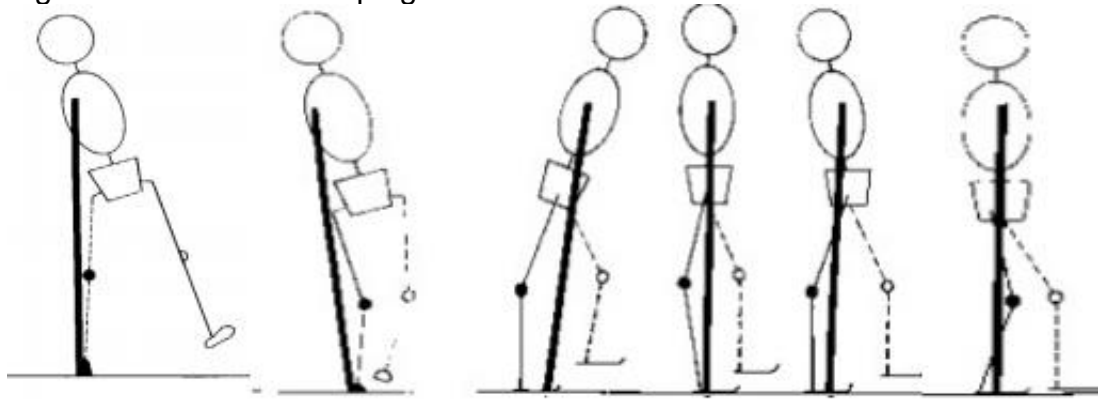
Figura 11 - Marcha normal.



Fonte: Massoco; Lucionio; Santos (2013)

Após o AVE a marcha pode apresentar alterações no comprimento dos passos, cadência, simetria, velocidade e tempo. Também são notados desajustes na postura e no equilíbrio. O padrão de ativação neural também é afetado, principalmente do lado parético, o que leva a dificuldades para iniciar o passo, duração do passo e em saber quanta força é necessária para executá-lo. Os problemas causados na parte inferior do corpo podem causar redução no balanceio alternado dos braços (ROSSATO, 2015). A Figura 12 retrata a marcha do Hemiplégico.

Figura 12 - Marcha hemiplégica.



Fonte: Massoco; Lucioni; Santos (2013)

Segundo Rossato (2015), para restaurar a simetria do passo em indivíduos que apresentam comprimento do passo hemiplégico ou não hemiplégico assimétricos, pode-se utilizar a marcha em esteira dupla (caminhada com uma perna em cada esteira). Neste treinamento, a esteira pode alterar a simetria dos tornozelos, assim, quando a velocidade da esteira no membro não afetado for maior, o comprimento do passo do membro hemiplégico tende a aumentar. Quando a velocidade da esteira no membro hemiplégico for maior, a diminuição do comprimento do passo geralmente diminui. Em função disso, não recomenda-se a prática da mesma, pois reduzirá ainda mais o tamanho do passo do membro.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

O trabalho desenvolvido por alunos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) tem por objetivo a reabilitação de pessoas com hemiplegia através de jogos de Realidade Virtual (RV). Este projeto foi desenvolvido fazendo o uso do Microsoft Kinect, que visa estimular os movimentos do corpo, realizados em sessões de fisioterapia. O Serious Game teve seu desenvolvimento primário em ambiente 2D, onde o usuário movimentava-se para pegar círculos coloridos em um baú e colocá-los nos quadrados coloridos correspondentes. As cores dos círculos eram geradas aleatoriamente e após determinado tempo, aparecia uma bomba-relógio, que se não colocada dentro da lixeira no tempo estimado pelo jogo, causaria o fim do mesmo para o usuário. Se o jogador conseguisse terminar a inserção de todos os círculos, o exercício terminaria com sucesso, salvando assim seu tempo.

Após testado em pacientes hemiplégicos, verificou-se que faltava uma imersão para os pacientes e, portanto, foi desenvolvido outro protótipo. Este protótipo foi desenvolvido utilizando a Engine Unity 3D, trazendo consigo um senso de realidade por um ambiente tridimensional juntamente com a interação do Kinect e a simulação de objetos 3D. Nessa etapa do projeto, pode-se constatar o aumento considerável na imersão do usuário, o que trouxe melhoras tanto no ambiente gráfico do jogo, quanto na melhoria dos pacientes. Por fim, todos os dados obtidos através do jogo, são armazenados no banco de dados, assim, tornando mais fácil o acompanhamento na evolução do paciente (SILVA et al., 2012). A Figura 13 apresenta a versão final do jogo.

Figura 13 - Versão final do jogo para pacientes hemiplégicos



Fonte: Silva et al. (2012).

Outro projeto que faz o uso do Kinect foi desenvolvido pelo Hospital São José – Centro Regional de Reabilitação Física de Giruá (RS) em conjunto com o Curso de Ciência da Computação da Universidade de Passo Fundo (RS). Chamado de Motion Rehab, o software de Realidade Virtual foi testado com 10 idosos com mais de 60 anos, sendo eles executados no Centro Regional de Reabilitação Física (CRRF) de Giruá (RS). O jogo tinha por objetivo o auxílio a pacientes que tenha sofrido um AVE.

O game foi dividido em 4 etapas, sendo elas executadas em 15 minutos no total. Na etapa 1 o sujeito ficava sentado, assim explorando exercícios de membros superiores. A etapa 2 tinha por objetivo acertar os objetos com a cabeça, enquanto o paciente sentava e levantava. Na etapa 3 o sujeito fica de pé fazendo movimentos com os membros superiores, exigindo uma pequena rotação do tronco. E por fim a etapa 4 utilizava as outras 3 etapas ao mesmo tempo. A Figura 14 mostra as posições de cada uma das etapas executadas (MARTEL; COLUSSI; MARCHI, 2015).

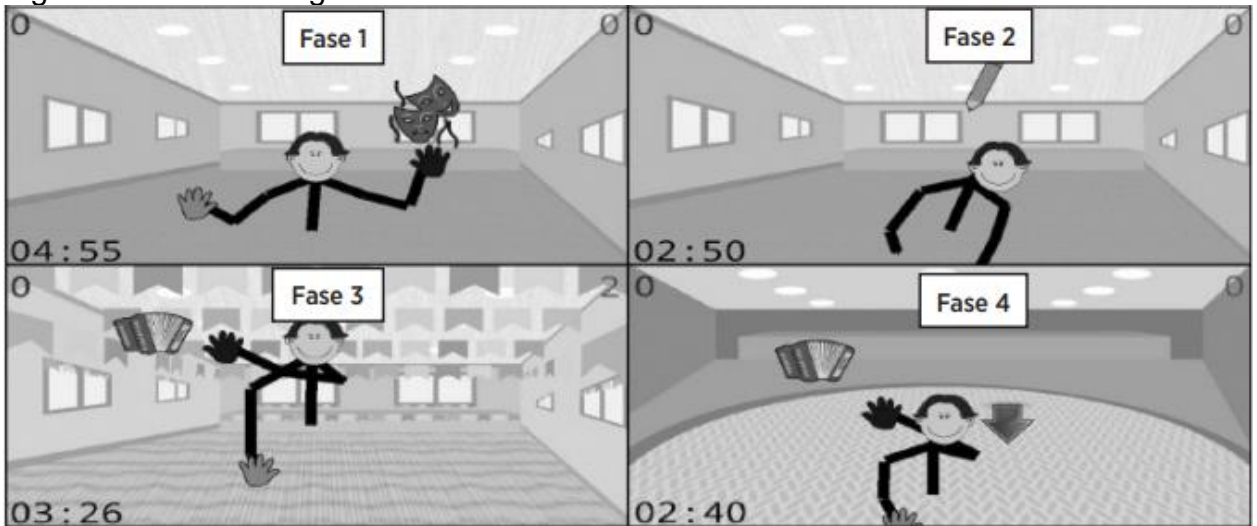
Figura 14 - Pacientes testando o game Motion Rehab



Fonte: (MARTEL; COLUSSI; MARCHI, 2015).

O projeto faz uso somente de um televisor e um Microsoft Kinect conectado a um computador. Na TV são exibidos os movimentos captados pelo Kinect, conforme a Figura 15 (MARTEL; COLUSSI; MARCHI, 2015).

Figura 15 - Fases do game Motion Rehab



Fonte: (MARTEL; COLUSSI; MARCHI, 2015).

Através dos testes realizados, Martel, Colussi e Marchi (2015), relatam que é possível identificar melhoras na atenção dos pacientes, porém ainda não se pode garantir que somente o uso do protótipo tenha auxiliado nessa melhora.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo é descrito o tipo de pesquisa do presente trabalho, a unidade de análise, amostra, plano de coleta de dados, procedimentos éticos e ferramentas utilizadas.

4.1 Tipo de Pesquisa

O presente trabalho trata-se de bibliografia experimental, exploratório descritivo, de abordagem quali-quantitativa.

4.2 Quanto aos objetivos

A pesquisa descritiva procura descobrir com que frequência um fenômeno ocorre, fazendo relação com sua natureza e característica (CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007). Segundo Diehl e Tatim (2004), esse tipo de pesquisa visa descrever determinada população ou fenômeno. Sua principal característica é a coleta de dados, como questionários e observação sistemática.

Segundo Cervo, Bervian e da Silva (2007), a pesquisa exploratória é utilizada para a formulação de hipóteses significativas para pesquisas posteriores e é considerada por alguns autores como quase científica. Já Diehl e Tatim (2004) relatam que, a pesquisa exploratória tem por objetivo tornar o problema o mais explícito possível ou a construir hipóteses sobre ele.

Portanto, a presente pesquisa é considerada descritiva e exploratória, pois faz o levantamento de requisitos sobre o problema da hemiplegia. Através desse levantamento é formulado um software de RV/RA para auxiliar no tratamento do mesmo.

4.3 Quanto a natureza da abordagem

Prodanov e Freitas (2013), apontam que a pesquisa qualitativa utiliza dados reais, retirados do mundo real, e não de dados estatísticos como em pesquisas quantitativas. A pesquisa é descritiva e indutiva, e o pesquisador vai a campo obter as informações, mantendo contato direto com o assunto da pesquisa, deixando a pesquisa com uma qualidade maior que a quantitativa. Dalfovo, Lana e Silveira (2008), dizem que toda pesquisa feita não é transformada em números, o pesquisador vai obter as informações diretamente na fonte. Dessa forma, esse modelo de pesquisa tem um papel menor nas considerações finais.

Segundo Diehl e Tatim (2004), a pesquisa quantitativa tem por objetivo tratar as informações por meio de técnicas estatísticas, possibilitando obter resultados com uma margem de segurança maior quanto às interferências. Já Dyniewicz (2014), diz que esse tipo de pesquisa busca explicar variáveis através da frequência de incidências e correlações estatísticas.

Esse trabalho faz o uso de pesquisa quali-quantitativa. Quantitativa pois dados como tempo de percurso, tamanho da passada e índice de equilíbrio foram analisados estatisticamente. E qualitativo pois foram coletadas impressões dos pacientes a respeito do experimento

4.4 Quanto aos procedimentos técnicos

Segundo Cervo, Bervian e da Silva (2007), a pesquisa experimental tem por objetivo dizer como ou porque um determinado fenômeno ocorre. Para chegar aos resultados, o pesquisador faz uso de aparelhos e instrumentos que estão ao seu alcance ou usando procedimentos apropriados, que façam com que as relações entre as variáveis envolvidas no objeto de estudo sejam perceptíveis. Esse tipo de pesquisa não se resume somente a pesquisas realizadas em laboratório. Já segundo Barros e

Lehfeld (2007), a pesquisa experimental é conhecida como experimentação e visa estudar os efeitos de uma ou mais variáveis em um único experimento.

Segundo Cervo, Bervian e da Silva (2007), a pesquisa bibliográfica é utilizada para explicar um problema através de referências teóricas encontradas em artigos, livros, dissertações e frases. Segundo Diehl e Tatim (2004), através de artigos científicos e livros, é desenvolvida a pesquisa bibliográfica. Sendo vantajosa por ser constituída por fonte rica e estável de dados.

Portanto, a presente pesquisa é caracterizada como bibliográfica e experimental, pois, visa avaliar o tratamento e reabilitação de problemas causados pela hemiplegia, fazendo o uso de pesquisas, artigos e livros que abordam o assunto.

4.5 Unidade de Análise

A Clínica Escola da Universidade Univates, conforme Figura 16, foi o campo de ação utilizado. A mesma existe desde 2007 e presta serviços de fisioterapia e hidroterapia a toda a comunidade. Desde o ano de 2010 também possui convênio com o Sistema Único de Saúde (SUS).

A Clínica possui excelente infraestrutura, sendo composta por variadas salas e laboratórios, 13 boxes de atendimento individual e piscina terapêutica adaptada. Seu serviço ocorre de forma integrada com a universidade, sendo desenvolvidas práticas do curso de fisioterapia, estágios curriculares e projetos de extensão. As atividades são sempre acompanhadas por profissionais da fisioterapia ou docentes do curso (UNIVATES, 2017).

Figura 16 - Clínica Escola de fisioterapia Universidade Univates



Fonte: Univates (2017).

4.6 Amostra

Segundo Diehl e Tatim (2004), amostragem Não Probabilística não faz o uso de formas aleatórias de seleção. Sendo assim, esta pode ser feita de forma intencional, onde o pesquisador se dirige aos elementos no qual deseja estudar. Seu uso é uma boa alternativa, porém apresenta maior limitação se comparado a amostragem Probabilística.

O presente trabalho fez o uso de amostragem Não Probabilística. Para tal, foram definidos dois grupos de 2 pacientes cada, com a mesma patologia. Um grupo utilizou a tecnologia desenvolvida no trabalho e outro a fisioterapia convencional.

4.7 Coleta de dados

A coleta de dados foi feita através de observação sistemática e participante, onde um profissional de fisioterapia faz o registro das informações e realiza a avaliação, conforme a evolução do tratamento. Esse profissional utiliza três protocolos para a avaliação, são eles: Centro de Pressão (COP), Timed Up and Go (TUG) e Escala de Equilíbrio de Berg (EEB).

Segundo Kinect (2018), o Centro de Pressão (COP) “é um ponto no espaço plano que representa a origem do vetor da força de reação do solo em um corpo”. Ele pode ser medido através de palmilhas, plataforma de pressão e plataforma de força, podendo ser utilizado na avaliação de equilíbrio do corpo.

O Timed Up and Go (TUG) consiste em levantar-se de uma cadeira, sem ajuda dos braços, andar a uma distância de três metros, dar a volta e retornar. No início do teste, o paciente deve estar com o dorso apoiado no encosto da cadeira e, ao final, deve encostar novamente. O paciente deve receber a instrução “vá” para realizar o teste e o tempo será cronometrado com a partir da voz de comando até o momento em que ele apoie novamente o dorso no encosto da cadeira. O teste deve ser realizado uma vez para familiarização e uma segunda vez para tomada do tempo (QUEIROZ, 2009).

Também conhecida por Berg Balance Scale (BBS) a Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) é uma escala que atende várias propostas: descrição quantitativa da habilidade de equilíbrio funcional, acompanhamento do progresso dos pacientes e avaliação da efetividade das intervenções na prática clínica e em pesquisas. Procedimento: A BBS avalia o desempenho do equilíbrio funcional em 14 itens comuns à vida diária. Cada item possui uma escala ordinal de cinco alternativas que variam de 0 a 4 pontos. Portanto, a pontuação máxima pode chegar a 56. Os pontos são baseados no tempo em que uma posição pode ser mantida, na distância em que o membro superior é capaz de alcançar à frente do corpo e no tempo para completar a tarefa. Para a realização da BBS são necessários: um relógio, uma régua, um banquinho e uma cadeira, e o tempo de execução é de aproximadamente 30 minutos. A Berg Balance Scale é realizada com pacientes vestidos, descalços e fazendo

uso de óculos e/ou próteses auditivas de uso habitual. (PERRACINI et al., 2009)

Os pacientes que fizeram o uso da Realidade Aumentada, utilizaram um tipo de óculos capaz de proporcionar um ambiente de imersão, para que possam interagir através dos membros inferiores com objetos virtuais. Portanto, esses pacientes foram instigados a realizarem o processo da marcha corretamente. Como esse experimento ocorreu de pé, o acompanhamento foi realizado todo o tempo por um fisioterapeuta, que acompanhou o paciente durante toda a sessão para evitar quedas provenientes de possíveis desequilíbrios.

4.8 Procedimentos éticos

Todas as informações de identificação dos pacientes participantes permaneceram em sigilo total, tendo seus nomes substituídos por uma sequência de letra e número. A coleta dos dados para esta pesquisa teve início somente após aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (COEP) da Universidade do Vale do Taquari - Univates.

Os participantes tiveram a opção de suspender os atendimentos a qualquer momento durante a pesquisa, sem penalização. Todos os dados coletados durante este estudo serão guardados por cinco anos em local sigiloso, onde somente o pesquisador terá acesso e após incinerados, conforme previsto na Resolução 466/2012.

4.9 Ferramentas utilizadas

A presente pesquisa tem como base materiais teóricos sobre tratamento da hemiplegia, utilizando Realidade Aumentada como ferramenta de apoio no tratamento e reabilitação de pacientes.

Com o auxílio do profissional de fisioterapia foram mapeados os movimentos e exercícios da parte inferior do corpo de um indivíduo que necessitam estímulos para sua execução. Portanto, é foi desenvolvido um ambiente virtual imersivo, para auxiliar os pacientes a executarem os exercícios propostos de forma correta. Foi feito o uso da tecnologia para estimular o usuário a realizar os movimentos de forma completa e

eficiente. Todas as sessões tiveram o acompanhamento de um profissional da fisioterapia.

A proposta do trabalho foi criar um jogo para simulação de caminhada, para que o paciente consiga realizar a marcha correta, buscando o tamanho e velocidade ideal. Também monitorar as passadas executadas durante as sessões e armazená-las.

Os resultados da pesquisa foram obtidos através de dois grupos, compostos por adultos que possuem problemas no processo de marcha. Dessa forma, um grupo recebeu o tratamento de fisioterapia tradicional. Enquanto o outro grupo utilizou a Realidade Aumentada em seu tratamento. Mesmo o grupo que utilizou a tecnologia em seu tratamento, teve um profissional da fisioterapia fazendo seu acompanhamento.

4.9.1 VRBox

O óculos de Realidade Virtual é um recipiente que contém lentes especiais e alças para serem presas na cabeça. Dentro dele é alocado um *smartphone*, que fará a reprodução de imagens, vídeos e jogos, trazendo assim sensação de imersão pelo usuário. A maioria dos modelos contém uma abertura na parte frontal para que se possa utilizar a câmera do celular em casos de aplicações de Realidade Aumentada (VREXTREME, 2018). A Figura 17 exibe um óculos de Realidade Virtual.

Neste estudo, utilizou-se o VRBox como óculos de Realidade Virtual (RV), juntamente com um celular *smartphone*, onde o mesmo será preso a cabeça do paciente. Desta forma, o usuário não necessita segurar nenhum dispositivo com as mãos, o que deixa o movimento das partes superiores e inferiores do corpo com total liberdade.

Figura 17 - VRBox



Fonte: Smartech (2018).

4.9.2 NodeMCU ESP8266

O NodeMCU é uma placa da família ESP8266, sendo completa e muito simples de se utilizar. Em função disso, é utilizada para projetos IoT (Internet of Things) sem que tenha necessidade do uso de microcontroladores como Arduino, Raspberry ou PIC. Esse módulo pode realizar todo processamento de dados dos sensores em uma aplicação IoT e ainda os transmitir pela Wi-Fi WebSocket para a nuvem (VELOSO, SOUSA, BRAZ, RABELO, BRITO, LIMA, 2017).

O módulo ESP8266 NodeMCU contém onze pinos de entrada e saída, conectividade USB para sua programação, conectividade Wi-Fi pelo módulo ESP8266, circuitos de regulação de tensão operante em 4,5v à 9v, GPIO com funções de PWM, taxa de transferência de 100-460800bps e protocolo wireless padrão 802.11 B/G/N. Está pequena placa suporta 5 conexões TCP/IP e uma de suas maiores vantagens é seu preço, que varia entre R\$ 20,00 e R\$ 50,00 (VELOSO et al., 2017).

Um ponto que vale ressaltar sobre essa placa é poder escolher a linguagem de programação que se deseja utilizar, pois ela aceita a linguagem LUA ou a IDE do Arduino (fazendo uso da linguagem C++). Outra grande vantagem é o seu tamanho, tendo dimensões de 49 x 25,5 x 7 mm (THOMSEN, 2016). A Figura 18 exhibe o módulo

WiFi ESP8266 NodeMCU, podendo através dela ter uma idéia do real tamanho dessa placa.

No presente trabalho, foi utilizado o módulo ESP8266 NodeMCU para capturar as informações obtidas nos sensores e também para fazer a comunicação com o servidor, enviando para este, os dados obtidos.

Figura 18 - Módulo WiFi ESP8266 NodeMCU

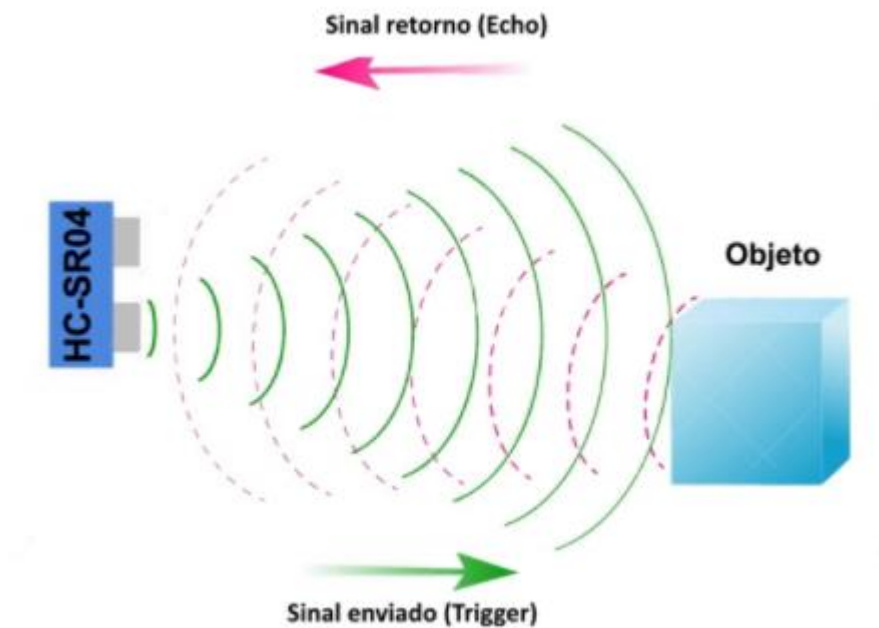


Fonte: Thomsen (2016).

4.9.3 Sensor de Ultrassom HC-SR04

O HC-SR04 é um sensor utilizado para fazer medição de distância. Este pequeno sensor é bastante utilizado em projetos com Arduino e consegue fazer leitura entre 2cm à 4m, com uma precisão de 3mm. Seu funcionamento é bastante simples, um dos lados faz o envio do sinal, quando esse sinal se depara com algum objeto, é enviado um sinal de volta, que entra pelo lado oposto do sensor. Em termos técnicos, primeiramente é feito o envio de um pulso de 10µs, que indica o início da transmissão. Após são enviados 8 pulsos de 40khz e enquanto isso o sensor aguarda o retorno a fim de determinar a distância entre o sensor e o objeto. Por fim é utilizada uma equação $\text{Distância} = (\text{tempo echo em pino alto} * \text{velocidade do som}) / 2$. A Figura 19 ilustra o funcionamento desse sensor (THOMSEN, 2011).

Figura 19 - Funcionamento do sensor HC-SR04

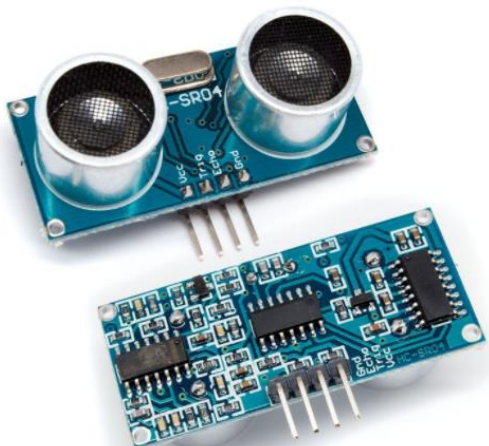


Fonte: Thomsen (2011).

O sensor HC-SR04 utiliza uma corrente de apenas 5V, e seu consumo energético é extremamente baixo, 15mA. Possui apenas 4 pinos, sendo 2 pinos para alimentação (positivo e terra) e os que são utilizados para receber e enviar os sinais para a placa que faz o seu controle. A Figura 20 mostra o sensor e como é sua estrutura.

Neste estudo, o sensor HC-SR04 foi utilizado para medir a distância entre o sensor e o chão. Sendo ele responsável por identificar se o paciente levantou o pé ou não.

Figura 20 - Sensor HC-SR04



Fonte: ZonaMaker (2017).

4.9.4 Sensor Acelerômetro e Giroscópio MPU-6050

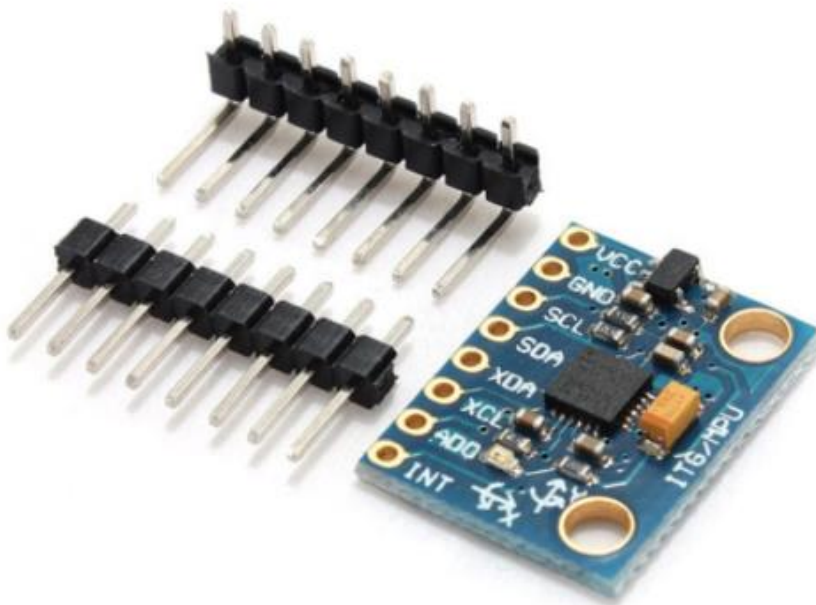
O MPU-6050 é um sensor do tipo giroscópio e acelerômetro. Esse dispositivo contém um DMP (Digital Motion Processor), recurso responsável por fazer cálculos complexos. Os dados fornecidos por ele, podem ser utilizados para jogos, GPS, reconhecimento de gestos e várias outras aplicações. Também contém um recurso adicional, o sensor de temperatura, que faz medições entre -40°C e $+85^{\circ}\text{C}$ (Thomsen, 2014).

Este sensor pode operar em corrente entre 3V e 5V, e seu hardware de conversão analógico-digital é de 16 bits para cada canal. Sendo assim, os dados fornecidos pelo sensor são X, Y, e Z, tanto para o giroscópio, quanto para o acelerômetro (ARDUINO, 2017). A Figura 21 detalha o sensor e seus pinos.

Segundo Meneguzzi, Treis e Cendron (2016), o dispositivo citado acima não tem uma precisão muito grande, pois em sua aceleração linear, os eixos X, Y, e Z são diferentes do eixo da terra e é difícil definir a força gravitacional com precisão. Outro problema é o ruído do acelerômetro, que retorna uma imprecisão bastante grande, por ser aleatório e não ter como prever ao certo quando ele irá aumentar.

Para esse trabalho, foi feito o uso do Sensor MPU-6050, afim de identificar a movimentação do usuário, procurando medir o tamanho da passada do paciente.

Figura 21 - Sensor Giroscópio e Acelerômetro MPU-6050



Fonte: Thomsen (2014).

4.9.5 Unity 3D

A Unity é a engine de criação de jogos mais usada no mundo. O que levou a sua popularidade, foi a facilidade em criar jogos, pois mesmo sem saber programar pode-se criar alguns pequenos jogos. Outro fator, foi a quantidade de possibilidades em produzir um jogo, já que a Unity conseguiu integrar desde a parte de desenvolvimento, até a artística em um só software (UNITY, 2017).

No mercado de jogos de RV e RA a Unity apresenta inúmeras vantagens como: suporte nativo a maioria dos óculos de RV, frame rates altas, desenvolvimento interativo rápido, suporte incorporado para várias funções específicas da plataforma e colaboração com a maioria dos fabricantes de dispositivos. Outra facilidade oferecida é a criação de plugins e SDKs por qualquer fabricante de hardware (UNITY, 2017).

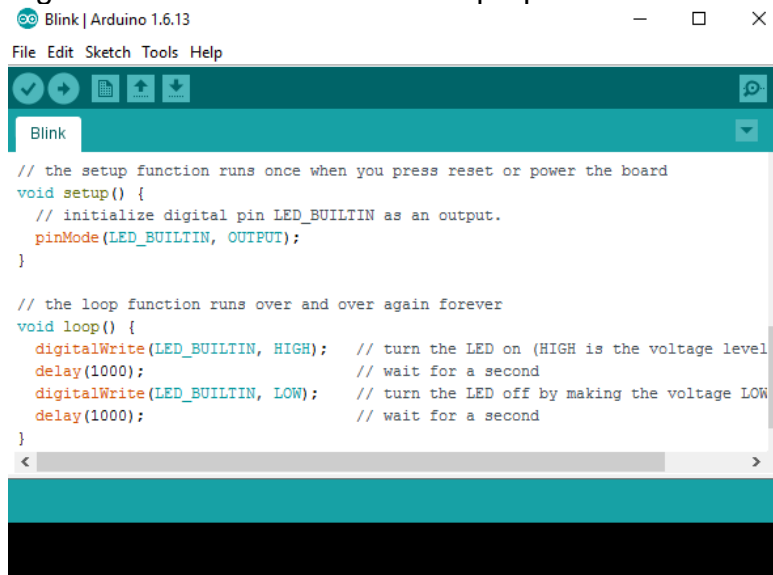
Nesta pesquisa, a Unity foi utilizada para fazer a criação de um serious game (jogo desenvolvido com propósitos educacionais e não de entretenimento). Todo o desenvolvimento mobile foi feito através dessa ferramenta. Esse software foi escolhido por sua facilidade de uso e a inúmera quantidade de tutoriais encontrados para desenvolvimento em Realidade Aumentada.

4.9.6 Arduino IDE

O Arduino IDE é um software de código aberto, utilizado para o desenvolvimento de códigos para placas Arduino e outras. Ele pode ser instalado e utilizado nas plataformas Windows, Linux e Mac OS X. Baseado em processamento, seu ambiente é escrito em Java. A linguagem de programação usada para desenvolvimento de software é C++. A Figura 22 retrata o ambiente de desenvolvimento Arduino IDE.

O trabalho em questão fez uso do Arduino IDE para programar o módulo WiFi ESP8266 NodeMCU. Para tal, fez-se necessário o download de um plugin obtido nas bibliotecas da própria IDE.

Figura 22 - Arduino IDE com um pequeno trecho de código escrito em C++



Fonte: Arduino (2017).

4.9.7 Visual Studio IDE

O Visual Studio IDE é uma ferramenta para desenvolvimento de software criada pela Microsoft Corporation, sendo ela dedicada principalmente ao .NET Framework e para as linguagens de programação Visual Basic, C, C++, C# e j#. Nele é possível desenvolver softwares web, para dispositivos móveis e principalmente para desktops Windows. É suportado apenas nos sistemas operacionais Windows e MacOS e não é uma ferramenta gratuita. Mesmo que sua proprietária seja a Microsoft, pode-se desenvolver aplicações que executem em outros sistemas operacionais (VISUAL STUDIO, 2018).

Para esse trabalho utilizou-se essa ferramenta como complemento da Unity 3D, utilizada para desenvolver o código do jogo criado e também o algoritmo que faz a comunicação entre os sensores e o servidor, calculando os resultados através dos dados obtidos e reenviando para outro programa que está sendo executado no mesmo servidor.

4.9.8 NetBeans IDE

O Netbeans IDE é uma ferramenta gratuita para desenvolvimento de Software, que pode ser instalada nos Sistema Operacional Windows, Linux e Mac. Tem como principal uso a linguagem de programação Java, mas pode ser utilizado para outras,

porém em alguns casos exista a necessidade de instalação de plugins. Por ser um IDE traz consigo inúmeras vantagens, como correção de código instantânea, rápido desenvolvimento de interfaces de usuário e fácil gerenciamento de projetos (NETBEANS, 2018).

Neste trabalho o Netbeans IDE é utilizado para criar uma tela na linguagem Java, onde podemos verificar os resultados de cada passada em tempo real. Este também salvou todos os dados obtidos em um arquivo texto.

4.9.9 Fonte de Alimentação

A fonte de alimentação utilizada neste estudo, trata-se de um carregador portátil de celular. O mesmo fornece uma corrente de 5V e 2600mah. Algumas de suas grandes vantagens são: o fato dele poder ser carregado facilmente, ter uma durabilidade de carga de várias horas e não ter dimensões muito elevadas.

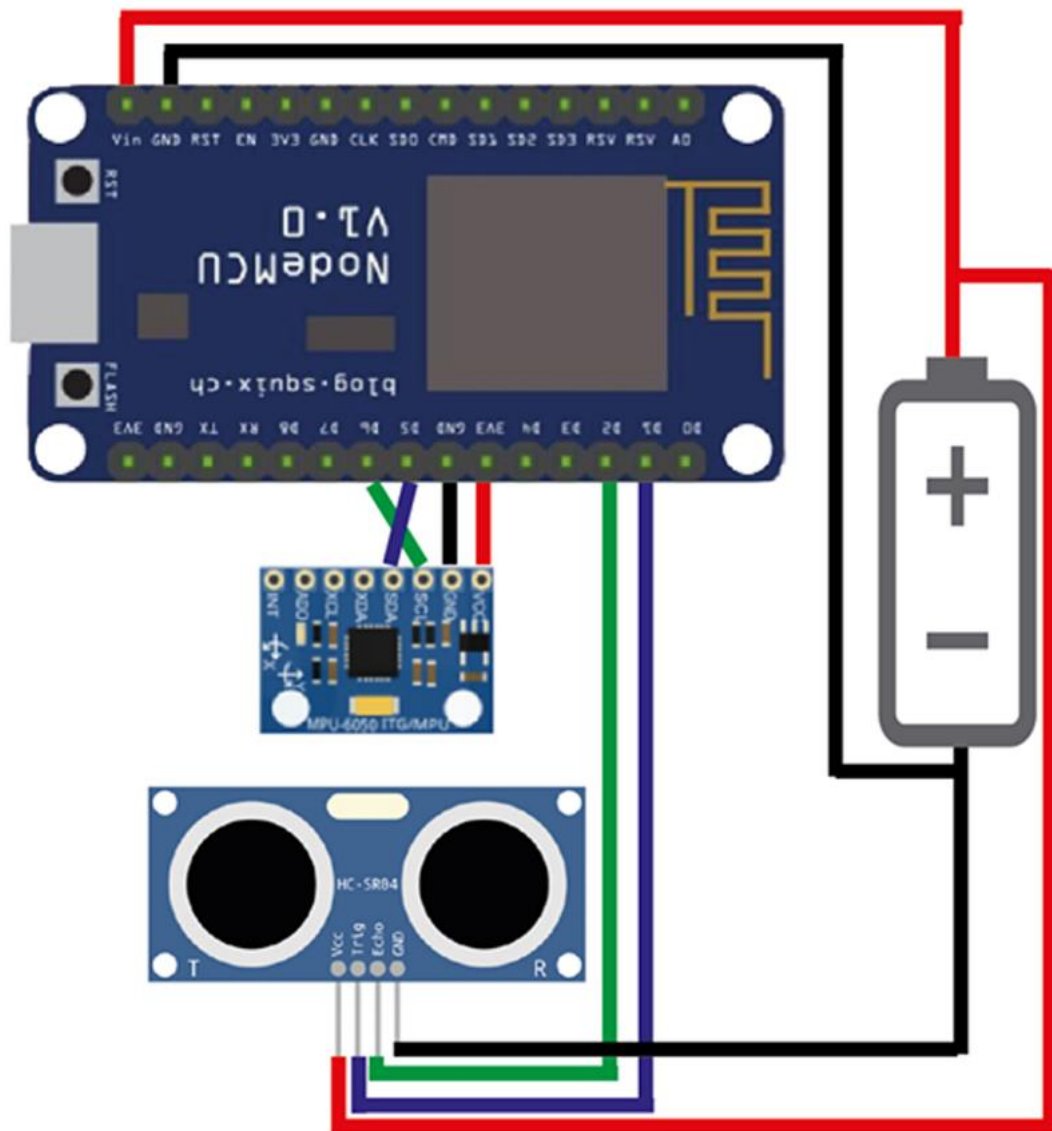
5 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo será apresentado o protótipo desenvolvido e como o mesmo funciona. O trabalho foi desenvolvido em duas etapas, sendo uma delas a montagem do hardware e a outra a escrita do código nos programas Arduino IDE, NetBeans IDE, Visual Studio IDE e Unity. Por fim, será explicado o funcionamento do jogo.

5.2 Hardware

Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados um Módulo NodeMCU, um Sensor Ultrassônico, um sensor acelerômetro e uma bateria de alimentação. A Figura 23 apresenta a conexão dos sensores ao NodeMCU, podendo verificar inclusive os pinos utilizados.

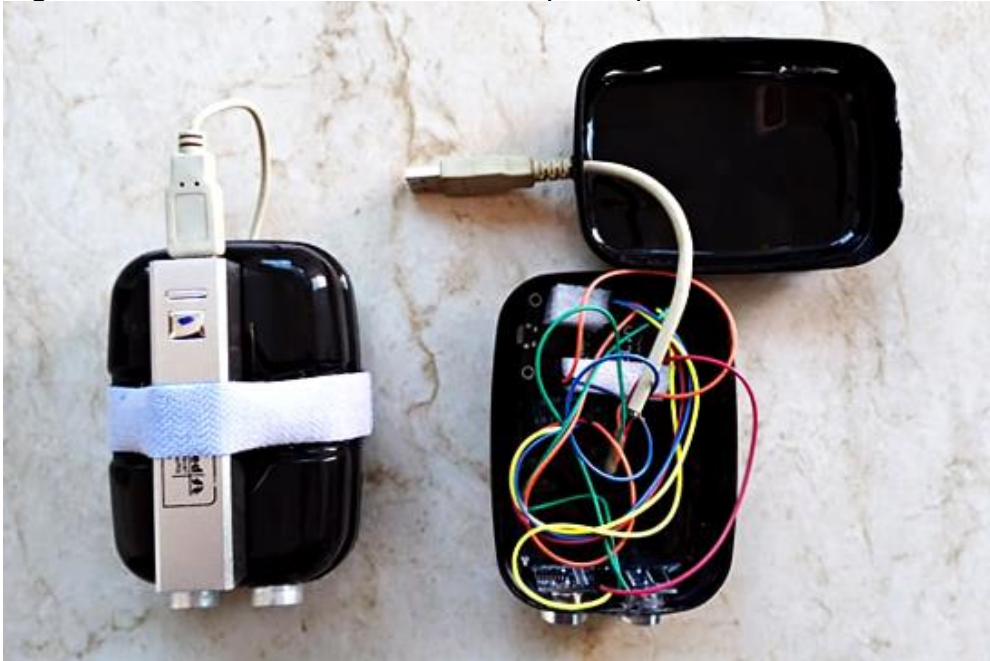
Figura 23 - Conexão entre os sensores e o NodeMCU



Fonte: Do autor (2018).

O hardware utilizado foi colocado em um recipiente de forma com que pudesse ser preso à perna do usuário. Portanto, utilizamos uma saboneteira. Nela foram feitos alguns furos, em um dos lados foram colocados velcros para serem acoplados a perna. Já na outra parte foram feitos 2 furos para que o sensor ultrassônico ficasse para fora, pois para medir a distância com esse sensor é necessário que ele tenha contato com algum objeto, no nosso caso ele deveria ter contato com o chão. O NodeMCU e o sensor Giroscópio e Acelerômetro ficaram dentro do recipiente. Em função do Sensor precisar estar fixo para obter resultados corretos, foi necessário que prendê-lo de forma que não pudesse se movimentar. Por fim a bateria foi presa na parte externa do recipiente. A Figura 24 retrata o protótipo desenvolvido.

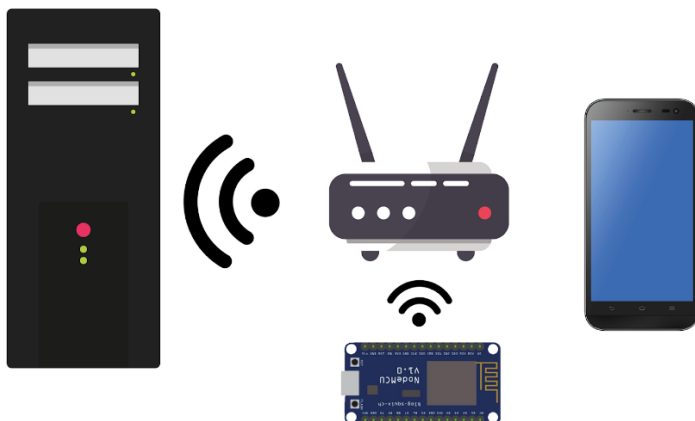
Figura 24 - Parte interna e externa do protótipo desenvolvido



Fonte: Do autor (2018).

A comunicação entre o módulo ESP8266 NodeMCU e o servidor foi feita através de WiFi, onde os 2 dispositivos foram conectados em um mesmo roteador wireless. O módulo fez o envio dos dados ao servidor, para que este pudesse interpretar as informações recebidas e armazená-las em um documento. O celular não teve comunicação com o servidor, ele foi utilizado somente para executar o game. A Figura 25 ilustra como foi realizada a comunicação entre todos os dispositivos.

Figura 25 - Funcionamento da comunicação entre todos os dispositivos utilizados no trabalho.



Fonte: Do autor (2018).

5.3 Software

O jogo foi feito utilizando Realidade Aumentada, sendo assim a exibição de objetos virtuais foi feita através da câmera do celular. Então o objeto escolhido foi uma cortina, sendo ela exibida em um determinado local. Esse local é definido por um marcador externo, no nosso caso usamos alguns QR Codes impressos em folhas de papel. Os objetos foram posicionados ao lado esquerdo dos marcadores, para que o usuário ao perder contato da câmera com o QrCode, tivesse a impressão de ter encostado no objeto. A Figura 26 mostra o marcador externo e o objeto virtual ao lado.

Figura 26 - Visão do usuário ao experimentar o game desenvolvido



Fonte: Do autor (2018).

Para o desenvolvimento do jogo utilizamos a Unity 3d juntamente com a SDK Vuforia. Essa SDK é utilizada para desenvolver a Realidade Aumentada. Para fazer a exibição dos objetos virtuais, foi necessário ter a imagem dos QR Codes que foram utilizados, para que elas fossem associadas aos objetos. Ao identificar o marcador externo pela câmera do celular, o objeto virtual é exibido ao lado esquerdo do mesmo.

Os dados obtidos nos sensores foram enviados por comunicação via Socket entre o servidor e o NodeMCU. Utilizou-se o Visual Studio para receber os dados e filtrá-los. Portanto, os ângulos X, Y e Z do acelerômetro e a distância obtida pelo Sensor Ultrassônico foram utilizadas para encontrar a distância percorrida por cada uma das passadas do paciente. Após os dados são enviados por comunicação Socket para outro programa que foi desenvolvido no Netbeans IDE. Neste programa é feito o

registro de alguns dados como o nome do paciente e número da volta que o usuário está fazendo, sendo ela alterada manualmente toda vez que se começa outra volta. Também nessa mesma tela são exibidas as informações sobre qual a distância percorrida por cada passada em tempo real. Por fim, os dados obtidos são todos salvos em um arquivo de texto, salvo em uma pasta local do servidor. A Figura 27 apresenta a tela do programa.

Figura 27 - Tela que fica no servidor para acompanhar o andamento da sessão de fisioterapia.

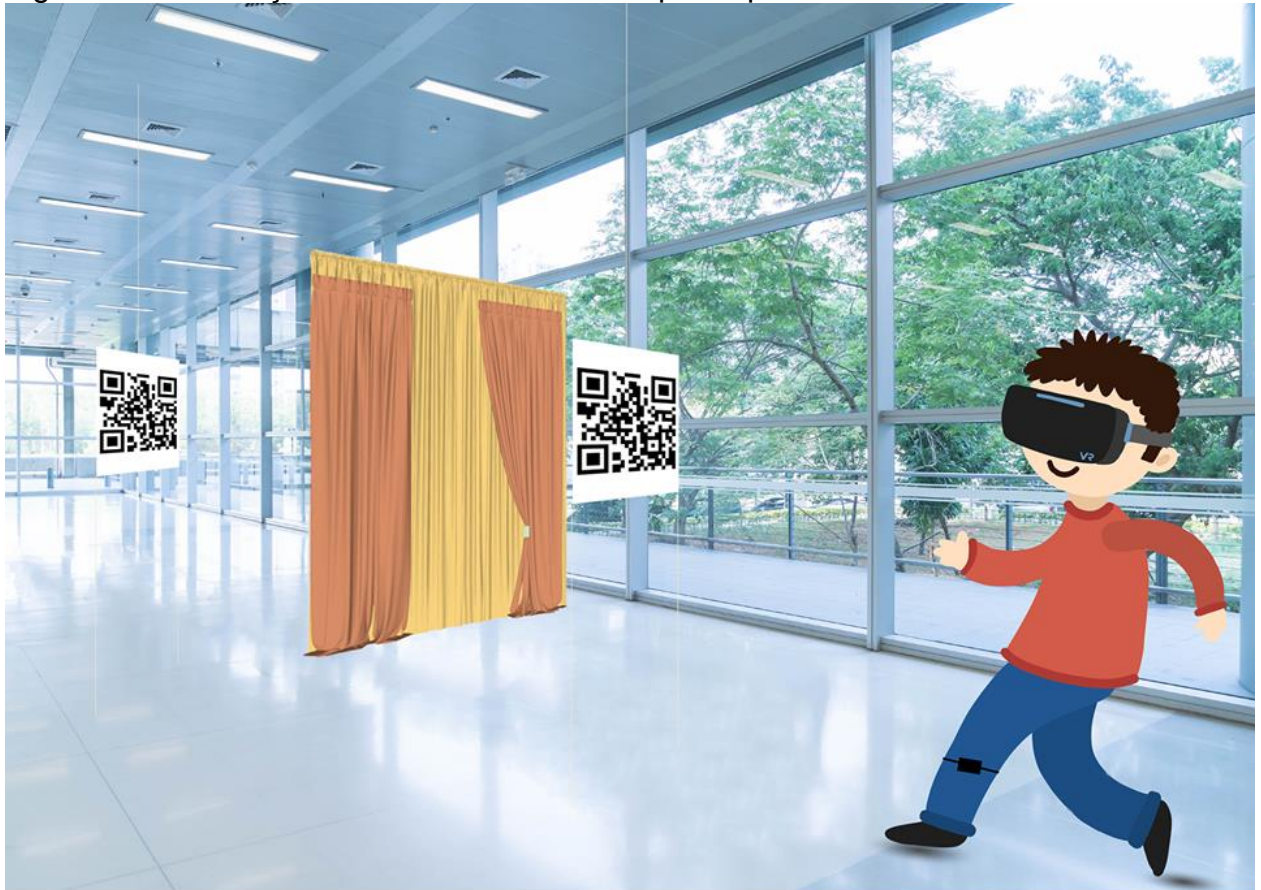
Fonte: Do autor (2018).

5.4 Objetivos do jogo

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um protótipo de Realidade Aumentada para auxiliar no tratamento de pacientes com Hemiplegia. Dessa forma foi criado um jogo para ser executado em um *smartphone* acoplado em um óculos de Realidade Virtual. Para obter os dados da passada, foi desenvolvido um protótipo que

fica preso na perna atrofiada do paciente. A Figura 28 ilustra a visão do paciente fazendo o uso do óculos de Realidade Aumentada.

Figura 28 - Simulação do usuário ao utilizar o protótipo.



Fonte: Do autor (2018).

O Jogo desenvolvido é um simulador de caminhada, onde o usuário caminha de uma ponta da sala até o outro lado. Nesse percurso, o mesmo encontra obstáculos, sendo eles uma linha traçada manualmente no chão. Na frente dessa linha encontra-se uma folha com o desenho de um QRCode. Esse desenho é utilizado como marcador para a Realidade Aumentada, onde a câmera do celular ao visualizá-lo exibe ao lado esquerdo um objeto virtual, que neste trabalho é uma cortina. O paciente para nesse obstáculo e então deve tentar executar uma grande passada com a perna atrofiada, a maior que conseguir e ir de encontro ao objeto virtual. Assim que a perna é levantada, o sensor ultrassônico é ativado e consequentemente o acelerômetro, fazendo assim a captura dos dados somente enquanto a pessoa estiver com o pé levantado. Dessa forma, o software desenvolvido no programa Visual Studio recebe esses dados e aplica cálculos para obter a distância e consecutivamente envia para

outro programa, que fará o armazenamento dos mesmos e mostrará os resultados em tempo real em uma pequena tela. Assim que se aproxime do objeto virtual, a câmera perde o contato visual com o QRCode, fazendo com que o mesmo desapareça, dando assim a impressão de ter-se encostado no mesmo.

Para prender os equipamentos na perna, foram utilizados 2 velcros. Eles foram colocados ao redor da perna, para que não pudessem mexer enquanto o paciente executava sua passada, pois se houvesse algum movimento os dados poderiam ser alterados, prejudicando assim os resultados. A Figura 29 exhibe como o protótipo foi preso na perna.

Figura 29 - Protótipo acoplado na perna do usuário.



Fonte: Do autor (2018).

Para realizar os testes do protótipo foi necessário fixar os marcadores externos em um local onde o paciente pudesse ter contato visual. Por isso, o mesmo teve que ficar suspenso no ar, assim o usuário não teria como tropeçar ou perder o contato visual. Para isso foram utilizados fios de náilon presos no teto e na folha com a imagem impressa e também no chão para que o mesmo não tivesse como se mexer, pois, caso isso aconteça o objeto virtual também poderia se mover ou até mesmo desaparecer. A Figura 30 mostra um ambiente da Clínica Escola da Univates, local

onde foram realizados os testes. Nela vemos de que forma foram presos os marcadores.

Figura 30 - Clínica Escola da Univates durante uma das sessões de teste do trabalho.



Fonte: Do autor (2018).

Um notebook foi utilizado como servidor, então os dados obtidos puderam ser visualizados durante a utilização do protótipo, facilitando os testes e ajustes necessários.

6 ANALISES E RESULTADOS

Os testes do estudo foram feitos na Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade do Vale do Taquari - Univates. Para esses foram selecionados 4 pacientes pós AVE, com média de 65 anos de idade, sendo todos do sexo feminino. Os pacientes foram separados em 2 grupos, Grupo Controle (GC) que fez o uso da fisioterapia convencional e Grupo Intervenção (GI) que utilizou a Realidade Aumentada. Os testes foram feitos durante 6 semanas, sendo realizada uma sessão por semana. Em todas as sessões foram realizados os protocolos Centro de Pressão (COP), Timed Up and Go (TUG) e Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), padronizados e definidos pela área da Fisioterapia.

Os pacientes do GI fizeram um percurso de 6 metros por volta. Nas duas primeiras sessões os pacientes percorreram 6 voltas. Na terceira sessão o percurso foi de 8 voltas. Na quarta sessão o percurso aumentou para 9 voltas percorridas. E na quinta e sexta sessão, foram realizadas 10 voltas. A quantidade de voltas foi aumentando de acordo com o pedido dos pacientes.

No teste Timed Up and Go (TUG) o tempo médio de execução na avaliação no pré-intervenção foi de 29,01 segundos para o GC e 34,89 segundos para o GI. Já no pós-intervenção o tempo médio teve uma melhora considerável, 10,93 segundos para o GC e 17,11 segundos para o GI, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Teste Timed Up and Go – TUG.

	GC			GI		
	Paciente 1	Paciente 2	Média	Paciente 3	Paciente 4	Média
Pré-Intervenção	42.02	16	29.01	27.78	42	34.89
Pós-Intervenção	12.56	9.31	10.93	19.64	14.58	17.11
Tempo reduzido			18.08	Tempo reduzido		17,78

Fonte: Do autor (2018).

Na pontuação da Escala de Equilíbrio de Berg (EEB), apresentado no Quadro 2, o escore no pré-intervenção foi de 41 pontos para o GC e 44,5 para o GI. Já no pós-intervenção foi de 45 pontos para o GC e 49 pontos para o GI. Dessa forma, podemos verificar uma diferença entre o pré-intervenção e o pós-intervenção.

Quadro 2 - Escala de Equilíbrio de Berg – EEB.

	GC			GI		
	Paciente 1	Paciente 2	Média	Paciente 3	Paciente 4	Média
Pré- Intervenção	29	53	41	44	45	44,5
Pós-Intervenção	36	54	45	46	52	49
Escore aumentado			4	Escore aumentado		4,5

Fonte: Do autor (2018).

Na análise estabilométrica da área do centro de pressão (COP), apresentam melhoras somente nas médias do GI, de 1,1625 cm² para 0,9965 cm². No GC houve uma pequena piora entre a avaliação inicial e a final, 2,4535 cm² para 2,583 cm², conforme mostra o Quadro 3. A média da área do COP (cm²) coletada ao longo das 6

sessões mostra a melhora ou piora de cada grupo, assim quanto menor for essa média, melhores são os resultados. Logo, o teste aponta que a aplicação da RA está relacionada a melhora no equilíbrio durante o treino para a marcha.

Quadro 3 - Análise da área do COP na estabilometria bipodálica.

	GC			GI		
	Paciente 1	Paciente 2	Média	Paciente 3	Paciente 4	Média
Pré-Intervenção	2.171	2.736	2.4535	2.107	0.218	1.1625
Pós-Intervenção	3.913	1.253	2.583	1.432	0.561	0.9965
Média da área do COP (cm²) coletada ao longo das 11 sessões			GC		GI	
			4.0969		1.044	
P (<0,05)			0.0001			

Fonte: Do autor (2018).

Nos resultados obtidos pelos sensores presos ao membro inferior hemiplégico dos participantes do GI, foi possível verificar a distância da passada realizada em direção ao objeto virtual exibido no Serious Game. O paciente 3 mostrou um aumento gradual durante 5 semanas, porém na última o mesmo teve uma pequena redução no tamanho de sua passada. Já o paciente 4 teve um aumento na média de tamanho da passada se compararmos a primeira e a última semana, porém durante as outras semanas teve uma pequena oscilação se comparado ao paciente 3. O Quadro 4 apresenta os resultados obtido pelas 2 pacientes que utilizaram o protótipo desenvolvido.

Quadro 4 - Média do tamanho da passada em cm durante aplicação da RV.

	Paciente 3	Paciente 4
1ª semana	17,85	25,85
2ª semana	15,46	15,53
3ª semana	16,36	29,07
4ª semana	19,15	26,97
5ª semana	20,23	18,95
6ª semana	17,7	31,79

Fonte: Do autor (2018).

Os resultados obtidos demonstram que a Realidade Aumentada auxilia no processo de reabilitação de paciente pós AVE. Analisando os dados listados acima, foi possível verificar que a RA trouxe benefícios no teste da área do centro de pressão (COP), enquanto nos testes Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) e Timed Up And Go (TUG) o experimento demonstrou resultados próximos aos obtidos na fisioterapia convencional. Mesmo com somente 6 sessões utilizando o protótipo, foi possível verificar que essa tecnologia auxilia no tratamento de pacientes fisioterápicos. Outro resultado positivo é encontrado nos dados obtidos pelos sensores acoplados a perna do GI, mantendo e aumentando o tamanho da passada durante as sessões. Dessa forma, comprovamos que a RA pode ser utilizada como complemento da fisioterapia convencional.

Durante as últimas sessões realizadas, os pacientes relataram como estava sendo a experiência vivenciada. Conforme eles, na primeira utilização da RA sentiram tonturas durante a sessão e necessitavam sentar-se após algumas voltas. Também mencionaram que tentam executar as passadas maiores e na direção correta durante o dia-a-dia, mostrando assim estarem estimuladas com o experimento. Outro ponto importante relatado por eles, foi o interesse em continuar o experimento ou participar de próximos que forem desenvolvidos.

Os relatos dos pacientes demonstram que a Realidade Aumentada é um ótimo incentivo no tratamento e reabilitação fisioterápico. Dessa forma, evidenciou-se o

efeito do uso dessa tecnologia, tanto na sensação de estar caminhando melhor ou de se policiar quanto as passadas realizadas no dia-a-dia. Para se obter resultados mais eficientes seria fundamental a realização de um número maior de sessões. Dessa forma, comprova-se que o uso da Realidade Aumentada contribui fortemente como apoio ao processo de reabilitação de pacientes na área da saúde.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia vem evoluindo muito nos últimos anos. Uma das mais promissoras é a Realidade Aumentada, que tem por objetivo exibir objetos virtuais dentro de um plano real, sendo exibido através de uma câmera na maioria dos casos. Diversos projetos já fazem o uso dela, principalmente aplicativos de celular e jogos em geral.

A RA também evoluiu na área da saúde, onde alguns projetos foram desenvolvidos com o objetivo de auxiliar no tratamento ou reabilitação de pacientes. Existem alguns experimentos com intervenção positiva comprovada. Um deles diz respeito a utilização Microsoft Kinect, que é muito utilizado na fisioterapia para auxiliar na recuperação de pacientes. Esse dispositivo geralmente costuma fazer o uso de jogos, motivando o usuário a executar os movimentos propostos por ele.

O presente trabalho teve por objetivo implementar uma solução utilizando Realidade Aumentada como ferramenta de apoio no tratamento e reabilitação de pacientes com Hemiplegia. Portanto, foi desenvolvido um simulador de caminhada utilizando Realidade Aumentada. Junto a ele utilizou-se dispositivos de plataforma embarcada e sensores para poder monitorar o processo de marcha do usuário. Após a implementação do Serious Game, foi possível testá-lo, para assim verificar os resultados obtidos.

Os testes foram feitos com 4 pacientes pós AVE, divididos em 2 grupos, onde um grupo utilizou o protótipo desenvolvido e o outro a fisioterapia convencional. Os 2 grupos foram submetidos aos mesmos testes de avaliação de desempenho.

Os resultados obtidos mostraram-se favoráveis ao uso da Realidade Aumentada como complemento da fisioterapia. Com a quantidade de dados obtidos ainda não é possível afirmarmos que o experimento auxilia no tratamento de pacientes

com Hemiplegia, porém como esses poucos resultados já obtidos foram favoráveis, a indícios que se mostram promissores quanto ao seu uso.

No desenvolvimento do trabalho foram encontradas algumas dificuldades quanto aos equipamentos utilizados. O sensor Acelerômetro fornece dados com uma precisão muito pequena, podendo em alguns casos até invalidar os resultados. Outra dificuldade ocorreu na utilização da Realidade Aumentada, que por sua vez, ainda não é bem desenvolvida, portanto o SDK Vuforia que foi utilizado na Unity precisa ainda de aperfeiçoamentos para poder gerar telas mais elegantes e precisas.

Após o desenvolvimento desse trabalho identificou-se que algumas melhorias podem ser aplicadas a projetos futuros, como por exemplo exibir em tempo real ao usuário um placar que mostra a quantidade de acertos e erros obtidos pelos sensores, relacionado ao tamanho da passada efetuada, bem como verificar a altura e direção da mesma. Também utilizar marcadores virtuais, para que não tenha necessidade no uso de marcadores externos para exibir os objetos virtuais, assim não atrapalhando no deslocamento do paciente durante o percurso. Obter mais medidas de realimentação no display de Realidade Aumentada, para assim controlar equilíbrio e postura. Alguns ajustes e aprimoramentos podem ser realizados para melhorar esse experimento, tais como: escolha e validação de sensores alternativos, calibragem dos sensores e desenvolvimento de novos cenários de RV e RA.

REFERÊNCIAS

3 DISPOSITIVOS tecnológicos para acompanhar a musculatura da fisio. **MIOTEC**, 13 set. 2017. Disponível em: <<http://blog.miotec.com.br/acompanhar-a-musculatura-na-fisio/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

ACELERÔMETRO MPU-6050 + Giroscópio. **Arduino**. Disponível em: <<http://playground.arduino.cc/Main/MPU-6050>>. Acesso em: 13 out. 2017.

ALTSPACEVR. Disponível em: <<https://altvr.com/>>. Acesso em: 20 out. 2017.

ARDUINO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/main/software>>. Acesso em: 13 out. 2017.

BARRA, Luana Yehia L. **A visão saúde-doença do estudante de fisioterapia**. Paraná: Juruá, 2010.

BARROS, Aidil J.; LEHFELD, Neide. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BASTOS, Michael; LUNA, Fabricio; SÁ, Ana A.; ZILDOMAR, Felix. **Turtle Therapy**: proposta de um jogo sério para o auxílio no tratamento Pós-AVC. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015.

BRAGA, Isis; LANDAU, Luiz; CUNHA, Gerson. **Realidade Aumentada em Museus**: As Batalhas do Museu Nacional de Belas Artes. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

CARDOSO, Alexandre; LAMOUNIER, Edgar; KIRNER, Claudio; KELNER, Judith. **Tecnologias e Ferramentas para o Desenvolvimento de Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada**. Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

CARDOSO, Alexandre; MACHADO, Liliane. **Dispositivos adequados à Realidade Virtual**. Universidade Federal da Paraíba, 2004.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. **Metodologia Científica**. 6. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall: 2007.

CHA, Eliana. **Projeção 3d - Uma nova Tecnologia que impressiona**. Jornal do empreendedor, 25 abr. 2011. Disponível em: <<https://jornaldoempreendedor.com.br/destaques/projecao-3d-uma-nova-tecnologia-que-impresiona/>>. Acesso em: 28 out. 2017.

CHEMIN, Beatris F. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015. E-book. Disponível em: <https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/110/pdf_110.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2017.

CLINICA ESCOLA de Fisioterapia. **Univates**. Disponível em: <<http://www.univates.br/centroclinico/clinica-escola-de-fisioterapia>>. Acesso em: 27 out. 2017.

COFFITO. **Definição de Fisioterapia e Áreas de Atuação**. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?page_id=2341>. Acesso em: 07 out. 2017.

CYBERGLOVESSYSTEMS. Disponível em: <<http://www.cyberglovesystems.com/cybertouch/>>. Acesso em: 23 out. 2017.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, 2008.

DAVIES, Patricia M. **Exatamente no Centro: Atividade Seletiva do Tronco no Tratamento da Hemiplegia no Adulto**. 1. ed. Tamboré: Manole, 1996.

DIEHL, Astor Antonio; TATIM, Denise Carvalho. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

DREMANN, Sue; WEEKLY, Palo. **Virtual reality helps home-bound seniors enjoy the outdoors**. Disponível em: <<https://www.paloaltoonline.com/news/2014/05/04/virtual-reality-helps-home-bound-seniors-enjoy-the-outdoors>>. Acesso em: 26 out. 2017.

DYNIEWICZ, Ana M. **Metodologia da pesquisa em saúde para iniciantes**. 3. Ed. São Paulo: Difusão Editora, 2014.

FERNANDES, Flávia; SANTOS, Sara; OLIVEIRA, Luciene; RODRIGUES, Mylene; VITA, Stéfano. **Realidade Virtual e Aumentada aplicada em reabilitação fisioterapêutica utilizando o sensor Kinect e dispositivos móveis**. Universidade de Uberaba, 2014.

HOFFMAN, Hunter. **Virtual Reality Pain Reduction**. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/projects/vrpain/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

KINECT. **O que é COP? O mesmo que COG? Qual sua utilidade?**. Disponível em: <<http://kinetec.com.br/blog-detelhe-tecnologia-biomecanica/o-que-e-cop-o-mesmo-que-cog-qual-sua-utilidade/1>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**. Petrópolis: SBC, 2007.

KIRNER, Claudio; ZORZAL, Ezequiel. **Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada**. Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP), 2005.

LANDAU, Deb M. **Artista usa uma tecnologia de projeção facial 3D para criar uma pele digital**. IQ, 10 mar. 2016. Disponível em: <<https://iq.intel.com.br/artista-usa-uma-tecnologia-de-projecao-facial-3d-para-criar-uma-pele-digital/>>. Acesso em: 28 out. 2017.

MACHADO, Liliane S. **Dispositivos Não-Convencionais para Interação e Imersão em Realidade Virtual e Aumentada**. Universidade Federal da Paraíba João Pessoa, 2010.

MARTEL, Magliani; COLUSSI, Eliane; DE MARCHI, Ana C. **Efeitos da intervenção com game na atenção e na independência funcional em idosos após acidente vascular encefálico**. Universidade de Passo Fundo, 2015.

MASSOCO, Daniela Zanatto S.; LUCINIO, Luana A.; SANTOS, Rosangela M. **Hemiplegia: Uma revisão bibliográfica**. 2013. Disponível em: <<http://geprofatecjahu.com.br/anais/2013/24.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2017.

Zona Maker. **Medindo distância utilizando o sensor ultrassônico hc-sr04 e Arduino**. Disponível em: <<https://www.zonamaker.com.br/medindo-distancia-utilizando-o-sensor-ultrassonico-hc-sr04-e-arduino/>>. Acesso em: 13 out. 2017.

MENEGUZZI, Leonardo; TREIS, Roger; CENDRON, Marcelo. **Utilização de Giroscópio e Acelerômetro para identificação de Movimentação em Ambientes Tridimensionais**. Instituto Federal Catarinense, 2016.

NETBEANS. **NetBeans IDE - A forma mais rápida e inteligente de codificar**. Disponível em: <https://netbeans.org/features/index_pt_BR.html>. Acesso em: 30 mai. 2018.

NETTO, Antonio V.; DOS SANTOS, Liliane; OLIVEIRA, Maria. **Realidade Virtual - Definições, Dispositivos e Aplicações**. Universidade de São Paulo, 2002.

NEURODIGITAL. Disponível em: <<https://www.neurodigital.es/>>. Acesso em: 05 out. 2017.

Samsung. **Novo Gear VR com controle garante mais interatividade e diversão aos usuários**. Disponível em: <<https://news.samsung.com/br/novo-gear-vr-com-controle-garante-mais-interatividade-e-diversao-aos-usuarios>>. Acesso em: 07 out. 2017.

NUNES, Fátima; DA COSTA, Rosa M.; MACHADO, Liliane; MORAES, Ronei. **Realidade Virtual para saúde no Brasil: conceitos, desafios e oportunidades**. v.27, n.4, p. 243-258, 2011. Disponível em : <<http://www.rbejournal.org/files/v27n4/v27n4a4.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2017.

PRODANOV, Cleber; FREITAS, Ernani C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Rio Grande do Sul: Universidade Feevale, 2013.

QUEIROZ, Rodrigo. **Timed Up & Go (TUG) test. Mobilidade Funcional**, 11 fev. 2009. Disponível em: <<http://mobilidadefuncional.blogspot.com/2009/02/timed-up-go-tug-test.html>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

RIBEIRO, Marcos; ZORZAL, Ezequiel. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**. Uberlândia: SBC, 2011.

RIZZO, Albert; HARTHOLT, Arno. **Bravemind: Virtual Reality Exposure Therapy**. 2005. Disponível em: <<http://ict.usc.edu/prototypes/pts/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

ROSSATO, Carla E. **Momentos articulares durante a marcha de hemiplégicos pós-acidente vascular encefálico**. Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

SILVA, Luis; FLORES, Luiz; D'ORNELLAS, Marcos; POZZER, Cesar. **Sistemas de Reabilitação Fisioterapêutica baseado em Jogos com Interfaces Naturais**. Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

SILVA, Micheli S.; DALTRÁRIO, Sandra Mara B. **Paralisia Cerebral: desempenho funcional após treinamento da marcha em esteira**. Centro Universitário Central Paulista, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/index.php/rfm?dd99=pdf&dd1=2072>>. Acesso em: 27 out. 2017.

SMARTECH. Disponível em: <<http://lojasmartech.com/produto/oculos-de-realidade-virtual-vr-box/>>. Acesso em: 31 mai. 2018.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém: SBC, 2006.

Training Benefits for Using the Virtuix Omni. **TheDanse**, 21 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.thedanse.com/blog/training-benefits-for-using-the-virtuix-omni>>. Acesso em: 31 out. 2017.

THOMSEN, Adilson. Como conectar o Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino. **Filipeflop**, 23 jul. 2011. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>>. Acesso em: 13 out. 2017.

THOMSEN, Adilson. Como programar o módulo ESP8266 NodeMCU. **Filipeflop**, 18 fev. 2016. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/esp8266-nodemcu-como-programar/>>. Acesso em: 13 out. 2017.

THOMSEN, Adilson. Tutorial: Acelerômetro MPU 6050 com Arduino. **Filipeflop**, 30 set. 2014. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/tutorial-acelerometro-mpu6050-arduino/>>. Acesso em: 13 out. 2017.

UNITY 2017: a engine de criação de jogos líder mundial. **UNITY**. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity>>. Acesso em: 14 out 2017.

UNITY para VR e AR. **UNITY**. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity/features/multiplatform/vr-ar>>. Acesso em: 14 out. 2017.

VELOSO, Artur; SOUSA, Beatriz; BRAZ, Arleide; RABELO, Ricardo; BRITO, Elizângela; LIMA, Erick. **Prototipação com nodeMCU para Internet das Coisas em Smart Cities: Uma Pesquisa**. III Escola Regional de Informática do Piauí, 2017.

VISUAL STUDIO. **Visão geral do IDE do Visual Studio**. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/visualstudio/ide/visual-studio-ide>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

VREXTREME. **Realidade Virtual: conheça os modelos e tipos de óculos**. Disponível em: <<http://www.vrextreme.com.br/2017/10/17/realidade-virtual-conheca-os-modelos-e-tipos-de-oculos/>>. Acesso em: 31 mai. 2018.